

La disciplina Química para la formación ambiental del ingeniero agrónomo

The Chemistry Discipline for Environmental Training of Agronomist

MSc. Bartolo M. Triana-Hernández

bartolo.triana@reduc.edu.cu, bartolotriana@gmail.com

Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", Camagüey, Cuba

• Resumen

El objetivo del trabajo es crear una propuesta didáctica para propiciar la formación ambiental en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agrónoma, desde la disciplina Química. La metodología utilizada fue la de casos simulados con enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA). La propuesta se implementó durante tres cursos y sus resultados contribuyeron a que los estudiantes mostraran mayor satisfacción por el estudio de la Química. Se comprobó que utilizando esta propuesta se favorece la responsabilidad y compromiso de los estudiantes para la búsqueda de posibles soluciones a problemas socioambientales, con argumentaciones desde el contenido de Química y en coherencia con el contexto social, cultural y político donde se manifiestan dichos problemas.

Palabras clave: agrónomo, educación ambiental, Química, ciencia, tecnología.

• Abstract

The aim of this paper is to create a methodological approach to promote environmental education in students of Agronomy, from the Chemistry discipline. It was used the simulated cases methodology with focus science, technology, environment and society (STES). The proposal was implemented for three courses and its results helped students show greater appreciation of the study of Chemistry. This proposal help to the responsibility and commitment of students to the

search for possible solutions to social and environmental issues, with arguments from Chemistry's content and consistent with the social, cultural and political context in which these problems manifest.

Keywords: agronomist, environmental education, Chemistry, science, technology.

• **Introducción**

Uno de los objetivos de la política económica y social del Estado cubano es lograr la elevación del nivel de vida de la población, lo que se conjuga con la necesaria formación de valores éticos y políticos de sus ciudadanos. Como vía para cumplir este objetivo, el Estado enfoca su accionar sobre la base de lineamientos de trabajos. Uno de ellos, el de enfatizar el fomento de la educación ambiental se fundamenta en la idea de que a través de ella es posible dar un tratamiento diferenciado al ambiente y las investigaciones en ese campo, tomando en consideración el desarrollo sostenible, el enfrentamiento al cambio climático y la conservación y uso racional de los recursos naturales, como son los suelos, el agua, las playas, la atmósfera, los bosques y la biodiversidad /1/.

Según Expósito, Barbán y Puentes (2012), la educación ambiental deberá estar encaminada a concientizar, sensibilizar, promover valores, conocer, analizar y realizar acciones relacionadas con el cuidado y mejoramiento del medioambiente y estará dirigida, desde el punto de vista de las conductas, a lograr cambios de hábitos y la resolución de problemas de forma individual y colectiva, y a aportar, además, a la visión sintetizadora para la comprensión e interpretación de la interacción naturaleza-sociedad, que propicie una calidad de vida decorosa y equitativa, así como el tránsito hacia niveles de desarrollo sostenibles /2/. Desde este punto de vista se hace necesario enfocar la educación ambiental a partir de la perspectiva de la ciencia, la tecnología y la sociedad, lo que exige adecuarla al contexto social, cultural y político de los sujetos implicados.

En este aspecto, Martín, Prieto y Jiménez (2013) plantean que en la actualidad, dos de los componentes fundamentales de nuestra cultura y nuestra vida social son la ciencia y la tecnología, y que nuestras sociedades necesitan de una ciudadanía con capacidades para

implicarse y participar en la toma de decisiones sobre la gran variedad de problemas y dilemas sociocientíficos a los que se enfrenta hoy la humanidad y que en esta línea han cobrado importancia dos enfoques interdisciplinarios: el de ciencia, tecnología, sociedad, y el que se fundamenta en los problemas sociocientíficos /3/.

Según los autores, dichos enfoques se basan en la presencia de la ciencia y la tecnología en el contexto social, con protagonismo de los aspectos afectivos, morales y controvertidos que son consustanciales a muchos de estos problemas, y deberán estar permeados del debate sociocientífico, resaltar la controversia que llevan implícita, involucrar a los estudiantes con la ética, los valores, el pensamiento crítico y la búsqueda activa de vías de soluciones, lo que implica el dominio del conocimiento científico necesario para resolverlos.

En este contexto se encuentra la formación del Ingeniero Agrónomo, para quien, según bibliografía /4/, las primeras habilidades que se deben desarrollar en su formación están relacionadas con el diagnóstico e identificación de las principales problemáticas en correspondencia con la productividad de los suelos, el rendimiento de los cultivos, los factores que lo afectan, así como establecer pronósticos de los posibles resultados que se pueden obtener, para lo que se precisa de los contenidos de las asignaturas Química General y Química Inorgánica y Analítica, entre otras, a través del desarrollo de tareas que pueden solucionarse desde el componente académico, el laboral y/o el investigativo.

Sin embargo, para que en la formación de este profesional se puedan establecer los pronósticos de los posibles resultados de los problemas identificados, se debería abordar la educación ambiental desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad, propiciando en el aula la controversia y el debate sociocientífico que ello conlleva. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es realizar una propuesta didáctica para propiciar la formación ambiental en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agrónoma, desde la disciplina Química en la que se tengan en cuenta los factores antes mencionados.

• Fundamentos teóricos

Los fundamentos teóricos de la propuesta se basaron en dos aspectos:

- Los fundamentos de la disciplina Química según el plan de estudios de la carrera de Agronomía.
- El enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA).

Como se puede apreciar en la figura 1, en el plan de estudio de la carrera de Agronomía /5/, se distinguen 3 niveles; la disciplina Química, por ser una disciplina básica de la profesión se ubica en el nivel preparatorio de la carrera.

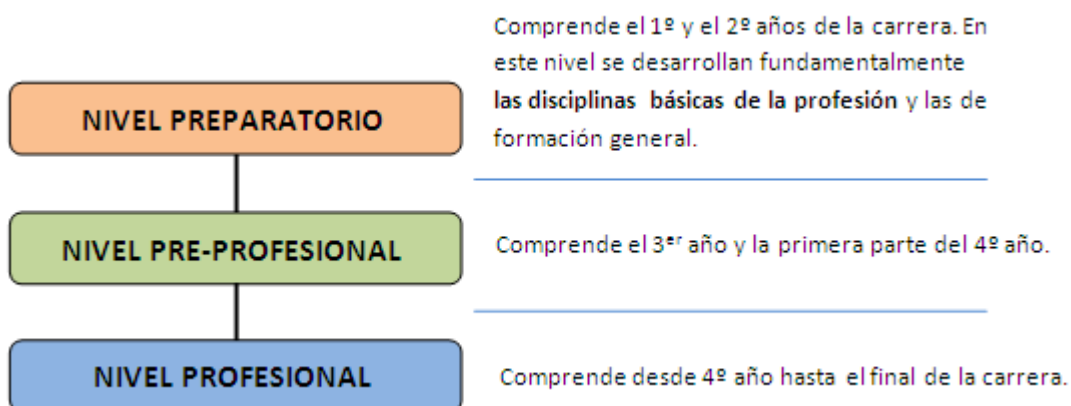


Fig. 1 Niveles del Plan de Estudios D de la carrera de Agronomía, Ministerio de Educación Superior de Cuba

El problema de la profesión de esta carrera, según el citado plan de estudio, se enmarca en "la generación de productos agrícolas de origen animal y vegetal de forma estable, con eficiencia y calidad con la finalidad de satisfacer las necesidades de la sociedad". Esto hace que la presencia de la disciplina Química se fundamente desde dos aristas:

ARISTA 1: Para poder resolver el problema profesional que se plantea al egresado de esta carrera

Desde este punto de vista, resulta necesario un sólido sistema de conocimientos de las ciencias químicas, pues esta disciplina favorece el 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 ecosistema sobre el que actúa.

Lo anterior se justifica porque el contenido de esta disciplina abarca desde la estructura y las propiedades químicas de los elementos relacionados con los ecosistemas agrícolas, hasta los procesos metabólicos en que intervienen las biomoléculas esenciales para el desarrollo de la vida vegetal y animal. Incluye, además, los aspectos principales de aquellos métodos analíticos de mayor utilización en la caracterización química y fisicoquímica de los ecosistemas, la evaluación del estado nutricional de las especies y la determinación de los más importantes indicadores de la calidad de los satisfactores producidos.

ARISTA 2: En su condición de disciplina básica

En este caso es importante destacar que la disciplina se propone, como objetivos educativos, el alcanzar principios éticos y morales en correspondencia con la responsabilidad social del profesional en su interacción con la naturaleza, a partir del conocimiento de las propiedades de las sustancias químicas que manipula y las características de los procesos químicos y bioquímicos que ocurren en los ecosistemas objeto de trabajo.

Para el logro de este objetivo y para incidir en el problema del profesional es muy importante que en cada uno de los momentos oportunos se aborde la incidencia del contenido de Química en la preservación del medioambiente, haciendo particular énfasis en el posible deterioro o contaminación de los ecosistemas agrícolas, por lo que es útil la realización de debates o discusiones teóricas sobre resultados científicos extraídos de la literatura científica, bien porque traten uno de los métodos estudiados o porque se refieran a alguno de los elementos analizados, por lo que se recomienda la utilización de problemas reales como vía fundamental para la activación de las actividades docentes.

En este contexto, una de las estrategias de trabajo curricular de la carrera es fomentar desde todas las disciplinas una cultura de protección al ambiente, mantenimiento de la biodiversidad y el desarrollo sostenible, como parte de la formación de valores, lo que se concreta en la estrategia de formación ambiental de los estudiantes. Para su logro e implementación se hace necesario un riguroso trabajo metodológico en la preparación de las asignaturas y los sistemas de clases.

El otro fundamento teórico es el enfoque CTSA, el cual es asumido en esta investigación como una perspectiva de investigación didáctica que analiza la ciencia en un contexto social, cultural y político /6/, que tiene como meta la formación de conocimientos y valores que favorezcan la participación de los estudiantes en la evaluación y el control de las implicaciones sociales y ambientales de la ciencia. Ello contribuye al desarrollo de una educación científica y es una vía para favorecer en los estudiantes la formación y desarrollo de actitudes y valores hacia la Química, rescatando una concepción más humana del conocimiento científico.

Según Martín, Prieto y Jiménez (2013), este enfoque trae grandes desafíos para el profesorado de ciencias, ya que los límites de sus disciplinas y de su enseñanza se van ensanchando hacia espacios más interdisciplinarios, que incluyen el análisis político y social de algunos de los desafíos que preocupan a la humanidad en la actualidad, y promueven la formación de profesionales que sean capaces de apoyar y dar sentido a tomas de postura y actuaciones responsables con el medio natural, tanto a nivel individual como social /3/.

Gordillo y Osorio (2003) plantean que para merecer el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje es necesario abordar los problemas sociales, ellos no pueden ser ignorados y en este sentido la educación científica debe responder ética, política y moralmente /7/.

Por lo tanto, resulta importante que los profesores, creativamente, construyan un clima adecuado en el aula, que posibilite la participación por parte de los estudiantes, y muestre la utilidad de la ciencia y la tecnología, sin ocultar las limitaciones de estas para resolver los complejos problemas sociales. Lo anterior exige la necesaria preparación de los profesores para la comprensión

dialéctica entre los aportes de la epistemología, sociología de la ciencia y el desarrollo de los movimientos sociales y ambientalistas que cuestionan las consecuencias que ha traído el progreso científico y tecnológico.

• Metodología

La metodología estuvo conformada por cuatro exigencias didácticas para el desarrollo de la disciplina Química en la carrera de Ingeniería Agrónoma, y tres etapas para el proceso de preparación didáctica de los casos simulados. Esta metodología tuvo como referencia a la estrategia didáctica de Martínez y Roja (2006) /8/ y al trabajo de Solves y Viches (2004) en relación con el enfoque CTSA /6/ y los fundamentos de la ciencia y la tecnología como procesos sociales /8/.

Las cuatro exigencias didácticas consideradas son:

1. Incorporar problemas socioambientales y sociocientíficos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. Un ejemplo de este tipo de trabajo puede evidenciarse en el proyecto "Impacto de los desechos de la empresa cerámica blanca Adalberto Vidal sobre un agroecosistema del municipio San José de las Lajas, Cuba" /9/.
2. Abordar los contenidos de la asignatura de Química a través de CTSA. Para su logro es importante que se trabaje porque el estudiante reconozca el conocimiento científico de la Química, no solo en su lógica interna (cuerpos teóricos, conceptos, metodologías y productos) sino desde sus implicaciones sociales y ambientales.
3. El profesor de Química debe ser un profesional comprometido con el estudio social de la ciencia, esto conlleva a orientar la elaboración de alternativas didácticas que promuevan en los estudiantes la responsabilidad en la toma de decisiones como futuro ciudadano.
4. El desarrollo de la metodología de casos simulados como una alternativa de trabajo didáctico para la enseñanza de la Química, asumidos como una alternativa educativa, donde se propicia el aprendizaje a través de controversias tecno-científicas, que implican a estudiantes e investigadores, y buscan construir argumentos convincentes de acuerdo

con la función social que representan ante el problema planteado /10/. Sus características más distintivas son:

- Es un problema que, desde la perspectiva de la ciencia, conlleva riesgos y genera controversia.
- En el mismo, los hechos son inciertos, los valores se encuentran en disputa.
- Tiene actualidad y proximidad al contexto de los estudiantes.

Etapas para el proceso de preparación didáctica de los casos simulados

I. Selección de los temas para el trabajo con casos simulados:

- Los casos propuestos deben remover preocupaciones y conceptos generales en relación con la conservación, protección y rehabilitación del medioambiente,
- ayudar a introducir el enfoque sistémico de la asignatura,
- requieren de una explicación desde la Química que permita asumir criterios técnicos, científicos, políticos, sociales y éticos,
- propician las oposiciones naturaleza/cultura y entorno/individuo.

II. Caracterización del contenido del caso a simular, el cual debe dar la posibilidad de analizar dialécticamente las influencias (positivas y/o negativas) que la sociedad ejerce sobre el desarrollo de la actividad científico-tecnológica analizada, así como los impactos sociales (positivos y/o negativos) de esta en relación con la conservación, protección y rehabilitación del medioambiente. Los posibles impactos a analizar son: político, económico, social, psicológico y ambiental, y las posibles influencias e impactos a analizar:

- Formación de profesionales.
- Creación de instituciones educacionales y científicas.
- Demanda de resultados científicos.
- Apoyo financiero y material a la investigación.
- Regulación jurídica de la actividad científico-tecnológica.
- Control administrativo del proceso científico.
- Evaluación social de impactos reales y potenciales.
- Estimulación al trabajo científico.

III. Desarrollo de las actividades donde cada equipo debe asumir un rol para representar los actores sociales que participan en la controversia, estos roles son:

- El actor social quien representa la comunidad involucrada en el caso y afectada en mayor medida por la problemática.
- El actor industrial quien representa a la empresa y/o institución generadora del problema.
- El actor científico quien argumenta, desde la Química, los efectos perjudiciales para el medioambiente del caso objeto de estudio.
- El actor político, en representación de las autoridades del gobierno que garantizan el derecho a tener un ambiente sano, hacer cumplir las políticas establecidas en la legislación constitucional, y emitir las sanciones necesarias a quienes incurran en el incumplimiento de estas, así como actuar en beneficio de la comunidad.
- El actor educativo quien representa a la comunidad de estudiantes, profesores y padres de familia de la comunidad.
- El actor ambiental quien representa, en conjunto, a los integrantes de un grupo ambiental. Dicho grupo debe procurar el bienestar social y la preservación del medioambiente.
- Grupo conciliador, responsable de convocar al debate y buscar el establecimiento de acuerdos. Su papel es el de escuchar, mediar y, finalmente, informar las alternativas de solución que podrían plantearse de acuerdo con lo expuesto por los demás actores en el momento de efectuarse el debate.
- Grupo de protocolo, a cargo de organizar la controversia, moderar y presentar el informe de ejecución del debate.

Durante el desarrollo de las sesiones de trabajo cada actor deberá elaborar informes, en los cuales sistematice sus puntos de vista sobre la problemática discutida en clase. Los informes tienen como objetivo enriquecer los debates orientados por el grupo moderador y organizados por el grupo de protocolo.

Implementación de la propuesta

Las tareas se implementaron como trabajos investigativos orientados a generar la controversia y el debate sociocientífico, a través de tareas extraclases de las asignaturas Química General y Química Inorgánica y Analítica, dirigidas a la educación ambiental desde el enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

Cada tarea estuvo compuesta por tres fases:

1. Presentación y análisis del caso, identificando los riesgos, controversias y debates sociocientíficos relacionados con la conservación, protección y rehabilitación del medioambiente.
2. Identificación y análisis de los aspectos de la Química que intervienen en el caso objeto de estudio.
3. Elaboración de informes del actor social, actor industrial, actor científico, actor político, actor educativo y actor ambiental.
4. Entrega de informes al grupo conciliador.
5. Convocatoria al debate por parte del grupo conciliador y búsqueda del establecimiento de posibles acuerdos, teniendo en cuenta las posibles influencias e impactos relacionados con el caso.
6. Controversia organizada por el grupo de protocolo, en la que se precisa la argumentación desde la Química y desde la perspectiva CTSA, para asumir criterios técnicos, científicos, políticos, sociales y éticos.

Todos los casos presentados son reales y fueron tomados de artículos científicos, proyectos de investigación, proyectos comunitarios, notas de periódicos, tesis de maestría y/o doctorado:

- La educación ambiental en la protección del suelo en la subcuenca hidrográfica Santa Cruz de la provincia de Camagüey. Proyecto de investigación del Instituto de Suelos. Dirección Provincial Camagüey, coordinado por José Luís Montejo Viamontes, Roberto Cabezas Andrade y Mirna Vento Pérez. Publicado en

http://www.google.com.cu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CC8QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.actaf.co.cu%2Frevistas%2Frevista_ao_95-2010%2Frev%25202010-3%2F17educacionamb.pdf&ei=i2rjU-mEC_W-sQSj8ICADA&usg=AFQjCNEbcJrRrqpgr9G9j7u1X3WHZMzNw.

- Artículo de Salomón del año 2004, sobre la importancia de la educación ambiental en la introducción de fertilizantes orgánicos para una agricultura sustentable en Cuba, publicado en memorias electrónicas XIV Congreso del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba. ISBN 959-7023-27-X.
- Impacto social del uso de los plaguicidas químicos en el mundo. Investigación realizada en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Matanzas en el año 2000, sus autores son: Ing. Bárbara González Fundora e Ing. Alexander Bernal Izquierdo. Publicado en <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASH019e.dir/doc.pdf>.

Algunos ejemplos de aspectos químicos abordados en el análisis

Ejemplo No. 1

Caso: "Las fumigaciones aéreas con glifosato"

Aspectos químicos con respecto a las fumigaciones

- Toxicología del glifosato.
- La actividad química del herbicida en las plantas.

Información que tuvieron que localizar

- La identificación del herbicida, los surfactantes, la ficha técnica del glifosato, los efectos sobre salud y ambiente de los plaguicidas con glifosato, un reporte del impacto ambiental y un estudio del Metabolismo secundario del ácido shikímico.

Aspectos que el profesor sugirió para la realización del análisis:

1. Identificación del glifosato como sustancia producto de la tecnología y su impacto en el medioambiente.
2. Conocimiento de la ruta metabólica de las pentosas fosfato, ciclo de Calvin y síntesis de aminoácidos aromáticos.
3. Motivación hacia la protección y conservación del medioambiente.

Ejemplo No. 2

Caso: "Río Juan del Toro se intoxica" y "Tínima: se duplica índice de polución", titulares de noticias dadas en el telecentro de Camagüey.

Aspectos químicos correspondientes al caso:

1. Efectos perjudiciales que representa la emisión de gases como bióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrógeno (NO), bióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de azufre (SO) y bióxido de azufre (SO_2). Explicación de las reacciones químicas involucradas en la producción de lluvia ácida.
2. Se abordó la lluvia ácida como un problema socioambiental y como tema que posibilita la comprensión conceptual de las reacciones químicas.

La argumentación química:

1. El primer momento consistió en describir el proceso de formación de la lluvia ácida mediante la identificación de sustancias involucradas en el proceso, sin profundizar en el tema de las reacciones químicas.
2. En el segundo momento se establecieron las reacciones químicas del proceso de la lluvia ácida y se analizó el concepto de reacción química como una transformación que implica la formación de nuevas sustancias a partir de la ruptura y formación de enlaces químicos.
3. En el tercer momento se estudiaron documentos que abordan el tema de la lluvia ácida en Cuba.
4. De acuerdo con lo anterior, los estudiantes tuvieron que identificar y representar las sustancias y sus correspondientes reacciones químicas relacionadas con el problema de la lluvia ácida.

Validación experimental de los resultados

La propuesta se implementó en la carrera de Ingeniería Agrónoma desde el curso 2007-2008 hasta el 2010-2011, en el Centro Universitario del Municipio de Jimaguayú, de la Universidad de Camagüey, en condiciones naturales, y según la metodología planteada anteriormente.

Para la validación de los resultados se asumió una metodología experimental /11/ y se partió de considerar la siguiente hipótesis:

Si se implementa una propuesta didáctica para propiciar la formación ambiental en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agrónoma, desde la disciplina Química, empleando el método de casos simulados, con enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, entonces se contribuirá a que los estudiantes muestren mayor satisfacción por el estudio de la Química. Se realizó una validación mediante el criterio de expertos con el objetivo de establecer los indicadores para determinar la variable independiente: *mayor satisfacción por el estudio de la Química*.

Para la aplicación del criterio de expertos, sobre la base de los fundamentos teóricos y metodológicos propuestos, se seleccionó una muestra de 18 expertos a partir de un rango mínimo de competencia, obtenido de la determinación de un coeficiente de competencia, según el método DELPHI, que fue aplicado en este caso como determinación perspectiva de la operacionalización de una variable y sus posibles dimensiones.

Para la selección de la muestra de expertos se consideraron los siguientes indicadores: años de experiencia docente, competencia, creatividad, disposición para participar en la encuesta, capacidad de análisis, pensamiento y vínculo con la enseñanza de la Química, experiencia en la argumentación y solución de problemas sociales y ambientalistas. Para la confección de los indicadores a medir en el test aplicado a los expertos contextualizados se tuvieron en cuenta la concreción de la propuesta didáctica, los ejemplos de casos a simular y lo que se pretendía lograr en los estudiantes (*mayor satisfacción por el estudio de la Química*).

Para determinar la matriz de rango en cada pregunta del test se utilizó el grado de concordancia de los expertos, el coeficiente de concordancia de Kendall, la concordancia entre medidas de grupos de expertos, el coeficiente de rango par de Spearman y la determinación de la categoría o grado de adecuación más frecuente en cada pregunta.

Los resultados obtenidos indicaron que el coeficiente de concordancia de Kendall con el coeficiente de Sperman arrojó, en cada pregunta, resultados por encima de $\delta = 0,82$ ($P < 0,05$), lo que evidenció un alto grado de concordancia en los criterios emitidos por los expertos. La categoría más frecuente fue la de "adecuado". A partir de estos resultados se precisaron los siguientes indicadores para valorar la variable independiente:

- Uso de la bibliografía en calidad y cantidad.
- Búsqueda de posibles soluciones a problemas socioambientales.
- Argumentaciones de problemas ambientales desde el contenido de la Química en coherencia con el contexto social, cultural y político.
- Participación en las controversias relacionadas con la conservación, protección y rehabilitación del medioambiente.
- Presentación de trabajos en jornadas científicas estudiantiles.
- Horas de estudio de la asignatura.

Para el experimento se realizó un estudio longitudinal y prospectivo. En su realización, la variable independiente fue manipulada por el investigador. El grupo de control, así como el experimental, se estudian en el siguiente período de tiempo /12/.

- Grupo de control: cursos 2007-2008 y 2008-2009.
- Grupo experimental: cursos 2009-2010 y 2010-2011.

La muestra estuvo constituida por todos los alumnos matriculados en los cursos académicos anteriormente mencionados. Los resultados se procesaron con el Microsoft Excel y el Systat; se analizaron las calificaciones finales de los estudiantes (5-excelente, 4-bien, 3-regular, 2-mal), utilizando la prueba de χ^2 , para dos muestras independientes de la estadística no paramétrica. Se realizaron varias comparaciones entre los cursos experimentales y de control. La última comparación realizada se realizó entre los dos grupos experimentales para comprobar si existieron diferencias significativas entre los resultados obtenidos en ambos grupos.

• Conclusiones

Se comprobó que no hubo diferencia significativa entre los dos cursos donde se aplicó la propuesta, y que los resultados de las evaluaciones finales fueron mejores en los grupos donde se realizó el experimento.

Se realizó un análisis porcentual de cada uno de los indicadores emitidos por los expertos y se pudo apreciar que con la propuesta didáctica los cambios en los estudiantes fueron significativos en relación con la variedad y calidad de la bibliografía utilizada, en las horas de estudio dedicado a la asignatura, el número de trabajos presentados en jornadas científicas estudiantiles en relación con la solución de problemas ambientales, así como la participación activa de los estudiantes en la búsqueda de posibles soluciones a problemas socioambientales, en las argumentaciones de problemas ambientales desde el contenido de la Química y en la participación en las controversias sobre conservación, protección y rehabilitación del medioambiente.

Con la propuesta didáctica se contribuye a que los estudiantes muestren mayor satisfacción por el estudio de la Química y que la misma es una propuesta alternativa e innovadora, que dinamiza y mejora los procesos de enseñanza y aprendizaje de la misma, aunque no se deben obviar sus limitaciones y la necesidad de una adecuada preparación de los profesores desde la perspectiva CTSA, pues en ocasiones resulta inevitable el empleo de otras actividades didácticas.

También debe valorarse la posibilidad de realizar otros tipos de actividades como salidas de campo, foros, mesas redondas, juegos, dramatizaciones, entre otras, articuladas con los casos simulados y con la disciplina de CTSA de la carrera, en busca de orientaciones para los debates e informes, para favorecer la adecuada formación de este profesional y la satisfacción por el estudio de la Química.

Se requiere de profundizar en la asignatura Bioquímica para la carrera de Ingeniería Agrónoma que, aunque es parte de la disciplina Química, requiere generalizar esta experiencia, por la gran aplicación que posee en otras asignaturas como Fisiología vegetal, Nutrición de las plantas, Nutrición de los animales, Uso de plaguicidas, Evaluación y protección del medioambiente, entre

otras; todas las cuales son esenciales en el trabajo profesional que debe realizar el ingeniero agrónomo, por lo que se recomienda investigar la temática tratada en este artículo desde la perspectiva de la interdisciplinariedad.

• Bibliografía

1. Partido Comunista de Cuba. *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*. La Habana: Editora Política, 2011.
2. EXPÓSITO, B.; MONTERO, J.; PUENTES, Y. “Acciones para favorecer la educación ambiental a partir de los problemas ambientales existentes en el mundo actual”. *OIDLES*. [en línea]. 2012, vol. 6, núm. 12 [ref. de 10 de diciembre de 2013]. http://econpapers.repec.org/article/ervoidles/y_3a2012_3ai_3a12_3a1.htm.
3. MARTÍN, G.; PRIETO, T.; JIMÉNEZ, A. “El problema de la producción y el consumo de energía: ¿cómo es tratado en los libros de texto de educación secundaria?”. *Enseñanza de las Ciencias*. 2013, vol. 31, núm. 2, p. 153-172.
4. BATISTA, Y. “La disciplina química y su contribución a los modos de actuación del ingeniero agrónomo”. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*. 2013, vol. IV, núm. 4, p. 83-94.
5. LÓPEZ, R. “Modelo Profesional y Plan de Estudio del Ingeniero Agrónomo”. La Habana: 2006.
6. SOLVES, J.; VILCHES, A. “Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana”. *Enseñanza de las Ciencias*. 2004, vol. 22, núm. 3, p. 337-348.
7. GORDILLO, M.; OSORIO, C. “Educar para participar en ciencia y tecnología un proyecto para la difusión de la Cultura Científica”. *Revista Iberoamericana de Educación*. 2003, núm. 32, p. 165-210.
8. NUÑEZ, J. “La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar”. Informe inédito. La Habana, 2005.

9. GUZMÁN, A. "Impacto de los desechos de la empresa cerámica blanca «Adalberto Vidal» sobre un agroecosistema del municipio San José de las Lajas". Tesis de Maestría. Universidad Agraria de la Habana, La Habana, 2011.
10. MARTÍNEZ, L.; ROJAS, A. "Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología sociedad y ambiente, para la enseñanza de tópicos de bioquímica". *Tecne, Episteme y Didaxis*. 2006, núm. 19, p. 44-62.
11. PÉREZ, O. "¿Cómo diseñar el sistema de evaluación del aprendizaje en la enseñanza de la Matemática?". *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*. 2006, vol. 9, núm. 2, p. 267-297.
12. PÉREZ, O. "La evaluación del aprendizaje como elemento del sistema de dirección del proceso docente educativo en la enseñanza de las matemáticas". Tesis de Doctorado. Universidad de Camagüey, Camagüey, 2000.