

# *Educación Ambiental en la carrera de Ingeniería Química: una experiencia interdisciplinaria*

W. Olivera Muñiz<sup>1</sup>  
M. Torres Fuentes<sup>2</sup>  
F. Fernández<sup>3</sup>  
M. Rodríguez Arregoitia<sup>4</sup>

(1) Departamento de Química e Ingeniería Química. Universidad de Matanzas. Cuba.

(2) Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrado. Universidad de Matanzas. Cuba.

(3) Departamento de Ciencias Sociales. Universidad de Matanzas. Cuba.

(4) Facultad de Ciencias Médicas de Matanzas. Cuba.

## **Resumen:**

El trabajo recoge los resultados de la experiencia pedagógica, realizada en dos cursos académicos, de una investigación, con respecto al ambiente, en el que se han tratado los temas de la microbiología y química orgánica.

Los resultados muestran la metodología interdisciplinaria utilizada, para abordar los problemas ambientales, lo que ha permitido modificar positivamente las creencias y las actitudes de los estudiantes participantes.

**Palabras clave:** Educación ambiental, curriculum universidad.

## **Abstract:**

The present work seems up the results of two academic courses of a research, regarding the environment, taking into account the subjects of Microbiology and Organic Chemistry, previous and afterwards the pedagogical experience.

The results shown that the used ways and methods, as well as the established interdisciplinarity, could positively modify the believes and the attitudes of the students facing the environmental problems.

**Key words:** Environmental education, curriculum University.

(Fecha de recepción: junio 2001, y de aceptación definitiva: septiembre, 2001)

## *Introducción*

Los problemas medio ambientales están directamente relacionados con la evolución de las presiones humanas sobre la naturaleza y en este sentido hay que destacar el significativo progreso

del sector tecnológico que incide cada vez más con mayor fuerza en la artificialización de la naturaleza (León, 1992), creando espacios totales o parcialmente antropizados.

El papel de la ingeniería en la nueva visión de la evolución humana respetando el medio ambiente debe ser decisivo (Echarte, 1993).

En el área de las ingenierías y del diseño la incorporación de la dimensión ambiental es una tarea inaplazable (...). La perspectiva ambiental de la ingeniería incluye el conocimiento de los límites ecosistémicos del proceso tecnológico, la minimización o supresión de los efectos nocivos que generan las estructuras fabricadas y los procesos productivos. La comprensión de las particularidades sociales y culturales de las formaciones sociales en cada país o región, y la posibilidad de generar tecnologías alternativas, adaptadas a los requerimientos del nuevo desarrollo, basado en el respeto a la calidad sociocultural, política y ecosistémica de nuestros pueblos (León, 1992).

En la Educación Superior Cubana existen las condiciones conceptuales y estructurales para el proceso de

ambientalización “puesto que su tendencia fundamental es la de integrar en una sola concepción sus funciones básicas: la docencia, la investigación y la extensión universitaria. El componente investigativo está presente en la estructura de conocimientos, en el modo en que se enseña y aprende, en la manera de resolver los problemas; en la vía de desarrollar las habilidades experimentales; y en la de resolver los problemas reales. En esta educación se sigue el método de aprendizaje y enseñanza problémico participativo y científico, y la docencia tiene que ser formadora y no informadora (Torres y Alvarez, 1993);

La Carrera de Ingeniería Química demanda, por sus características, un urgente desarrollo de la dimensión ambiental, a partir de un plan director encaminado a la ambientalización del Plan de Estudios. En el Plan vigente (Ministerio de Educación Superior de Cuba, 1990) para dicha carrera en las universidades cubanas se describe un ámbito de trabajo amplio y diverso.

Para lograr el objetivo general educativo de “formar Ingenieros Químicos sensibilizados con la necesidad de proteger a la naturaleza y el medio ambiente, a través de trabajos encaminados a evitar la contaminación ambiental por el vertimiento de residuales (...), y de que en la esfera de actuación investigativa se ocupen en eliminar problemas de corrosión y contaminación ambiental” (Ministerio de Educación Superior de Cuba, 1990), la

Educación Ambiental debe tener en cuenta que el ámbito de trabajo abarca industrias altamente contaminantes, en su gran mayoría tecnologías duras.

En el presente artículo se muestra la experiencia desarrollada en la Universidad de Matanzas para la introducción de la dimensión ambiental en las asignaturas Química Orgánica y Microbiología, que forman parte del Plan de Estudios del Ingeniero Químico Cubano.

## ***Desarrollo***

### ***1. Diseño del experimento***

Durante dos cursos académicos las asignaturas Química Orgánica y Microbiología desarrollaron la experiencia de interrelacionarse en el proceso de introducción y desarrollo de la dimensión ambiental al proceso de enseñanza. Para ello fueron seleccionados los estudiantes de segundo año del curso académico 1997-1998 y los pertenecientes al tercer año de los cursos 1997-1998 y 1998-1999, todos de la carrera de Ingeniería Química, en la Universidad de Matanzas. En una primera etapa todos los estudiantes de segundo año fueron sometidos a encuestas de diagnóstico (anexo 1) al comienzo del desarrollo de la asignatura Química Orgánica con el objetivo de conocer las creencias y actitudes de los estudiantes ante los problemas ambientales, desde una perspectiva de su futura profesión, como premisa al proceso de

ambientalización de la asignatura. En Microbiología los estudiantes, en su totalidad, fueron sometidos a cuestionario (anexo 3) que perseguía medir la motivación por la asignatura y el grado de conocimiento de los estudiantes que iniciaban el curso, en relación con los contenidos esenciales de Química Orgánica necesarios para explicar el proceso de eliminación biológica de hidrocarburos en la biosfera.

A partir de los resultados obtenidos en la primera etapa se desarrolló la segunda, dirigida al establecimiento de los nexos interdisciplinarios, basados en los componentes del proceso docente-educativo, de forma tal que se diera solución a los problemas detectados y se lograra, una elevación de la calidad del proceso mediante la introducción y desarrollo de la dimensión ambiental en campos comunes a ambas asignaturas, teniendo en cuenta que la pluridisciplinariedad, basada en la solución de problemas, forma parte de los lineamientos sugeridos por PNUMA a las universidades, para el desarrollo de la Educación Ambiental.

El establecimiento de los nexos entre Química Orgánica y Microbiología se basó en que en el marco de una disciplina de una carrera universitaria las diferentes asignaturas que la componen deben interactuar entre ellas y con las de las otras disciplinas, con el objetivo de formar profesionales integrales. Para ello puede utilizarse el contenido, uno de los componentes del proceso docente-educativo .

La estructura del contenido contempla los siguientes sistemas:

- Sistema de conocimientos.
- Sistema de habilidades, destrezas.
- Sistema de experiencias de la actividad creadora.
- Sistema de relaciones con el mundo.

La educación presupone el uso de conocimientos, habilidades y rasgos de la actividad creadora, en conformidad con diferentes principios.

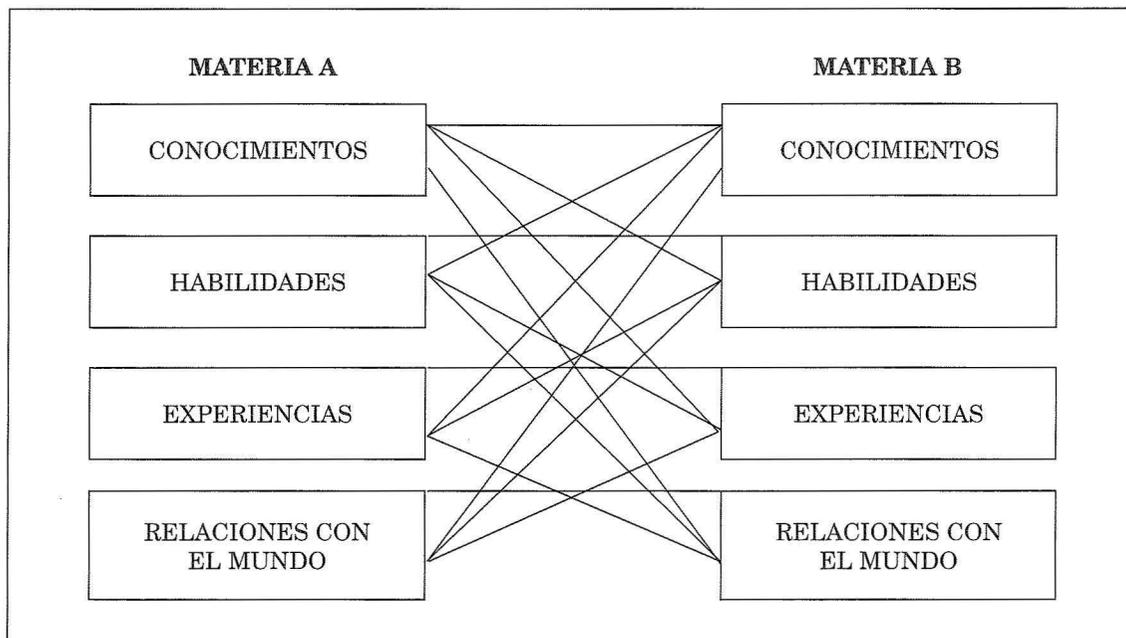
De especial importancia resulta la relación intermateria, con respecto a la formación de convicciones, que objetivamente se realiza sobre la base de los conocimientos científicos, las capacidades, las actitudes y la conducta.

Las relaciones entre asignaturas (Figura 1) se pueden dar a través de diferentes aspectos: conocimientos,

habilidades, experiencias y relaciones con el mundo:

Se aplicaron encuestas al término de las experiencias en Química Orgánica mediante cuestionario (anexo 2) y en Microbiología que empleó la técnica del consenso (anexo 4), con el objetivo de evaluar, esencialmente, la efectividad de las asignaturas en la formación de una cultura medio ambientalista en el futuro ingeniero químico. En todos los cuestionarios aplicados se deseaba, también, detectar el interés y la sensibilidad de los estudiantes hacia los problemas ambientales y su disposición a adentrarse en la temática, con miras a una futura participación en sus soluciones. Los datos fueron tratados estadísticamente mediante el programa Statgraphic Plus Dos.

FIGURA 1. RELACIONES ENTRE ASIGNATURAS



Se aplicaron encuestas al término de las experiencias en Química Orgánica mediante cuestionario (anexo 2) y en Microbiología que empleó la técnica del consenso (anexo 4), con el objetivo de evaluar, esencialmente, la efectividad de las asignaturas en la formación de una cultura medio ambientalista en el futuro ingeniero químico. En todos los cuestionarios aplicados se deseaba, también, detectar el interés y la sensibilidad de los estudiantes hacia los problemas ambientales y su disposición a adentrarse en la temática, con miras a una futura participación en sus soluciones. Los datos fueron tratados estadísticamente mediante el programa Statgraphic Plus Dos.

## **2. Resultados de la primera etapa**

### *2.1 Sensibilidad de los estudiantes ante los problemas ambientales y motivación por la Química Orgánica y la Microbiología.*

El análisis de los resultados de las encuestas aplicadas en Química Orgánica, antes de la aplicación de la experiencia (tabla 1), demostró que:

- a) La inmensa mayoría de los estudiantes (73,68%) no vislumbraba, o no sabía, que podía, sobre la base de sus conocimientos, contribuir al mejoramiento de la situación de deterioro del medio ambiente.
- b) Un 84,21% no sabía o consideraba que los conocimientos que poseían

de la Química Orgánica no contribuirían a solucionar los problemas ambientales. Este y el anterior resultado reflejaban insuficiencias en la educación ambiental precedente.

- c) La pregunta #3 corroboró lo reflejado en la pregunta #2, sobre el desconocimiento que presentaban los estudiantes sobre el importante papel de la asignatura en los problemas medio ambientales, por lo tanto no existía una “motivación medioambiental” hacia la asignatura.
- d) Un alto porcentaje de los encuestados denotó desconocimiento sobre la influencia negativa de los hidrocarburos que estudiarían en la asignatura.
- e) En la pregunta #5 hubo indefinición en la mayoría de los estudiantes sobre la actitud a tomar, ante un problema medioambiental. No obstante, se observaba falta de compromiso personal en la solución de los problemas del medio ambiente.

La predominancia de respuestas negativas o indefinidas denotó insuficiencias en las creencias y actitudes de los estudiantes que arribaban al segundo año de la carrera ante los problemas medio ambientales que se les presentaron en la encuesta aplicada.

TABLA 1. CREENCIAS, ACTITUDES Y MOTIVACION DE LOS ESTUDIANTES ANTE LOS PROBLEMAS MEDIO AMBIENTALES. QUIMICA ORGANICA

Pregunta	Sí	No	No sé
1 ¿Puedes mejorar la situación del deterioro ambiental desde tu posición en la industria química?	5 (26,31%)	5 (26,31%)	9 (47,37%)
2 ¿Consideras que los conocimientos de Química Orgánica te permitirán analizar y solucionar problemas de contaminación ambiental relacionados con la industria química?	3 (15,78%)	7 (36,84%)	9 (47,37%)
3 ¿Podrás realizar más acciones en beneficio de la naturaleza, a partir de los conocimientos que te aportará la Química Orgánica?	4 (21,05%)	10 (52,63%)	5 (26,31%)
4 ¿Piensas que el consumo de hidrocarburos en la industria química incide negativamente en el medio ambiente?	2 (10,52%)	15 (78,15%)	2 (10,52%)
5 ¿Abandonarías una industria química que hiciera mal uso de los productos químicos orgánicos y por consecuencia afectara la naturaleza?	6 (31,58%)	5 (26,31%)	8 (42,11%)

El diagnóstico realizado a los estudiantes que iniciaban los estudios de Microbiología mostró diferencias entre los estudiantes de los cursos 1997-1998 (tabla 3) y 1998-1999 (tabla 4) Las expectativas de los primeros, en relación con la utilidad de los estudios microbiológicos en la solución de futuros problemas medioambientales en el campo de la Ingeniería Química, resultaron bajas si tenemos en cuenta que el 72.72% no vislumbró vínculos entre

la asignatura y los señalados problemas de su profesión. Los problemas que trataría de solucionar el 27.27% restante estaban vinculados con reducción de enfermedades causadas por microbios en el hombre, y uno con su futura profesión. Sólo el 9.09% reconoció la importancia de los conocimientos sobre hidrocarburos, adquiridos en Química Orgánica, para la descontaminación de la naturaleza por microorganismos.

TABLA 3. EXPECTATIVAS Y PREREQUISITOS EN MICROBIOLOGIA. CURSO 1997-1998

Pregunta	Sí	No	No sé
1 ¿Esperas que la asignatura Microbiología te ayudará a solucionar problemas ambientales que enfrentarás en tu futura profesión?	6 (27,27%)	6 (27,27%)	10 (45,45%)
3 Las propiedades de los hidrocarburos, aprendidas en Química Orgánica te servirán para explicar la forma en que son eliminados los hidrocarburos por los microorganismos, cuando se incorporen al medio ambiente como contaminantes?	2 (9,09%)	7 (31,81%)	13 (59,09%)

### 3. Resultados de la segunda etapa

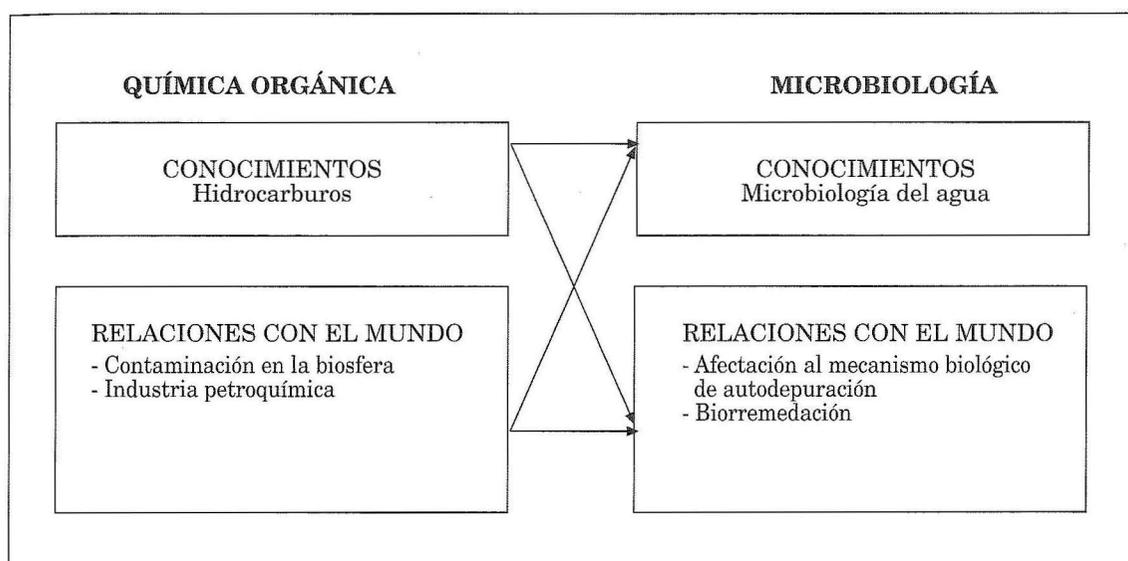
#### 3.1 Base metodológica de los nexos entre las asignaturas

El análisis metodológico conjunto de ambas asignaturas, basado en los principios de la relación intermateria, unido a los resultados de las encuestas aplicadas, dio como resultado la inexis-

tencia de proyección de conocimientos y habilidades adquiridas en Química Orgánica hacia la Microbiología aplicada a la Ingeniería Química.

La vinculación entre las asignaturas se estableció sobre la base de las relaciones con el mundo, ya que ambas se proyectaban, en su diseño metodológico, en el campo de la práctica profesional.

#### RELACIONES ENTRE ASIGNATURAS



La asignatura Química Orgánica aportaba un sistema de conocimientos precedentes a la Microbiología sobre los cuales la misma sustentaba, en parte, su propio sistema. Entre ellos se encontraban el estudio de los diferentes tipos de hidrocarburos (alifáticos, aromáticos y halogenados) atendiendo a estructura, propiedades físicas y químicas, métodos de obtención y aplicaciones.

Al abordar el tema "Microbiología del agua" los estudiantes debían poseer los conocimientos esenciales para comprender la relación que se establecía entre los microorganismos del agua y los hidrocarburos que llegaban a los diferentes cuerpos receptores. De esta manera se comprendería con facilidad el orden en que son biodegradadas dichas sustancias, al poseer conocimiento de las propiedades físicas (largo

de las cadenas y su solubilidad en agua): los alcanos de cadenas cortas abandonan el cuerpo receptor por evaporación y otros se solubilizan en el agua, siendo los primeros en sufrir el ataque microbiano. Los alcanos de cadenas intermedias (C11-C24) son el siguiente grupo que desaparece por la acción de los microorganismos; los de cadena corta ramificada, por su parte, son posteriormente atacados; quedando para el final los compuestos aromáticos.

Con estos conocimientos resultaba posible comprender el empleo de microorganismos, principalmente bacterias, en la eliminación de los hidrocarburos en el agua, y los suelos, técnica conocida como biorremediación que posibilita la descontaminación de la biosfera. La producción de este producto biotecnológico podía quedar contemplado en el ámbito de trabajo del futuro ingeniero.

### *3.2 Resultados de la aplicación de la relación intermateria en la introducción de la dimensión ambiental.*

Para el establecimiento de los nexos, Química Orgánica realizó cambios en los temas que ofertaba a los estudiantes para la elaboración de ponencias mediante la revisión de bibliografía, en tarea extraclase. La misma se concibió como una primera fase en la investigación que sobre problemas ambientales desarrollarían posteriormente en Microbiología, y permitiría a los estu-

diantes consultar literatura, extraer información, confeccionar fichas bibliográficas, desarrollar la expresión oral y escrita, y defender criterios. Esta sería una vía para vincular a los estudiantes con la problemática medio ambiental y comprendería las siguientes temáticas:

- Afectación del petróleo en la biosfera.
- El petróleo y su control biológico en la hidrosfera.
- Impacto ambiental de los hidrocarburos con azufre.
- Uso incorrecto de los pesticidas, fundamentalmente los elaborados con hidrocarburos clorados.
- Hidrocarburos clorados y su afectación al medio ambiente.
- Hidrocarburos policíclicos aromáticos y su afectación a la salud.
- Afectaciones atmosféricas de los hidrocarburos.

Los resultados del trabajo de educación ambiental realizado con los estudiantes de segundo año, medidos mediante cuestionario aplicado al finalizar sus estudios de Química Orgánica (tabla 2) y la calidad de la defensa de las ponencias elaboradas, demostraron la aceptación del método aplicado en la asignatura y el reconocimiento de que la etapa de revisión bibliográfica les permitió vincularse con la problemática ambiental, y que formó parte de una investigación, lo que contribuyó al necesario desarrollo de la capacidad investigadora en el futuro ingeniero.

En la investigación desarrollada en química orgánica se estudió la afecta-

TABLA 2. RESULTADOS FINALES EN QUIMICA ORGANICA

Pregunta	Sí	No	No sé
1 ¿Consideras que el contenido de la revisión bibliográfica que realizaste se relacionó con lo estudiado en la asignatura?	19 (100,0%)	0	0
2 Constituyó la revisión bibliográfica que realizaste una investigación para ti?	17 (89,47%)	0	2 (10,53%)
3 ¿Constituyó la revisión bibliográfica una vía a través de la cual pudiste vincular los conocimientos de Química Orgánica con la problemática medio ambiental?	14 (73,68%)	0	5 (26,23%)

ción de petróleo en la biosfera, puesto que el derrame del medio afecta tanto los organismos marinos, como la atmósfera puesto que en la composición del mismo existen hidrocarburos volátiles que pasan a la atmósfera, otros que se disuelven en el agua y otros que se depositan en los sedimentos marinos de ahí la necesidad de su control

Los estudiantes profundizaron en las propiedades químicas y físicas de los mercaptanos, compuestos orgánicos con azufre, los cuales se oxidan por la acción del aire con formación de sulfuro de hidrógeno, el cual es tóxico y venenoso, cuya concentración en el aire puede ser muy peligrosa para el hombre.

Los pesticidas, ampliamente utilizados por el hombre, son compuestos orgánicos que contienen en su estructura átomos de cloro. Estos compuestos son muy estables y su permanencia en el medio los hace muy tóxicos, además de ser cancerígenos por sus propiedades mutagénicas.

Se profundizó en los hidrocarburos policíclicos, en cuanto a estructura,

principales fuentes, entre las que se señala el petróleo, el alquitrán de hulla, y de los cuales se conocen sus propiedades dañinas al hombre, señalándose entre los principales, el benzopireno y los benzantracenos.

Durante la etapa de investigación en Microbiología, al estudiar problemas de funcionamiento de sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales (lodos activados y lagunas de estabilización), los estudiantes se enfrentaron a problemas de entrada y acumulación de hidrocarburos en la superficie de los cuerpos receptores. La presencia de hidrocarburos traería consigo la formación de una emulsión (debido a insolubilidad en agua de algunos hidrocarburos) que afectaba el intercambio gaseoso y la entrada de luz solar necesarios para el funcionamiento de la simbiosis de las bacterias (oxidantes de la materia orgánica) y las algas microscópicas (suministradoras, a través del proceso de la fotosíntesis, del oxígeno necesario para la oxidación biológica).

Finalizada la investigación estudiantil se efectuó una sesión científica

donde se debatieron los resultados obtenidos por cada equipo así como las soluciones y recomendaciones propuestas.

Como se puede observar el método didáctico empleado se desarrolló en esferas de trabajo del futuro ingeniero, abordando problemas neurálgicos de impacto medio ambiental. El empleo de normas para la experimentación y para el análisis de resultados (normas ISO y normas cubanas para el vertimiento de residuales) perseguían la adquisición por los estudiantes de con-

ciencia sobre la necesidad del cumplimiento de las normas medio ambientales vigentes. El profundo análisis de los problemas induciría en los estudiantes el desarrollo de una conciencia medio ambientalista. Al ser testigo de las consecuencias negativas del inadecuado proceder y de la indisciplina tecnológica experimentarían sensibilidad hacia el medio ambiente, elevando el compromiso personal en la defensa del medio ambiente, y desarrollando la llamada ética medio ambiental.

TABLA 4 EXPECTATIVAS Y PREREQUISITOS EN MICROBIOLOGIA. CURSO 1998-1999

Pregunta	Sí	No	No sé
<i>1 ¿Esperas que Microbiología te ayudará a solucionar problemas ambientales que enfrentarás en tu futura profesión?</i>	18 (100.0%)	0	0
<i>3 La propiedades de los hidrocaburos aprendidas en Química Orgánica te servirán para explicar la forma en que son eliminados los hidrocarburos por los microorganismos, cuando se incorporen al medio ambiente como contaminantes?</i>	17 (94,44%)	0	1 (5,55%)

El cuestionario sobre expectativas y cumplimiento de prerequisites respondido por los estudiantes que iniciaban el estudio de la Microbiología (curso 1998-1999) y que habían sido objeto de la experiencia de ambientalización en Química Orgánica el curso académico anterior, (tabla #4), demostró que:

- a) El 100% de los estudiantes esperaba solucionar problemas del medio ambiente con lo que aprendería en Microbiología.
- b) Todos señalaron a la contaminación con hidrocarburos como un proble-

ma posible de solucionar, a partir de los conocimientos y habilidades a adquirir en Microbiología.

- c) El 94,44% vinculó lo aprendido en Química Orgánica, sobre hidrocarburos, con los contenidos de Microbiología.
- d) Química Orgánica logró el vínculo con Microbiología durante su proceso de ambientalización, lo que mejoró las expectativas y la motivación de los estudiantes con respecto a esta última.

Los resultados de las encuestas finales de Microbiología (anexos 5 y 6) aplicadas en los dos cursos no presentaron diferencias sustanciales. Los mismos reflejaron, en manera resumida que:

- a) Dejaron patente el interés despertado por los estudiantes (100%) sobre los problemas medio ambientales, principalmente por los vinculados con la Ingeniería Química.
- b) El 100% mostró satisfacción con los problemas reales enfrentados en las investigaciones realizadas y con el método investigativo empleado para estudiarlos y brindarles solución, y reconoció haber adquirido habilidades prácticas durante su desarrollo.
- c) El 100% observó la necesaria vinculación con otras ciencias para la solución de los problemas que se les plantearon.
- d) Todos los participantes en la experiencia reconocieron haber desarrollado el autocontrol y la autoevaluación, como resultado de la misma. Estas son cualidades esenciales para el ejercicio de la profesión y que en la en la mayoría de las ocasiones no se desarrollan ampliamente en la Educación superior.
- e) El 55,0% señaló la importancia que tenían para la sociedad los resultados obtenidos.
- f) Los aspectos negativos señalados por los participantes en la encuesta se refirieron a aspectos organizativos (calidad de recursos materiales, no suficiente tiempo para el trabajo

en los laboratorios, e interrupción eléctrica). Un estudiante manifestó haber deseado no estudiar la asignatura para no haber tenido conocimiento de los problemas de la contaminación y vivir mejor, lo que evidenció ausencia de compromiso individual con la solución de los problemas del medio ambiente.

El desarrollo sustentable es una meta de nuestro país (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 1997), y entre las dimensiones que lo conforman se encuentra la Educación ambiental (Mateo, 1996). El desarrollo es sustentable cuando satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones para satisfacer las suyas, según PNUMA, 1992, citado por Lazo, 1993.

## ***Conclusiones***

Los resultados obtenidos en nuestra experiencia pedagógica basada en el empleo del método investigativo y la relación interdisciplinaria demostraron el satisfactorio cumplimiento de los objetivos básicos de la Educación Ambiental, trazados en la Carta de Belgrado, UNESCO, 1975, que contemplan lograr la toma de conciencia y la sensibilidad ante los problemas ambientales; aportar conocimientos para la comprensión del medio ambiente; crear actitudes que se expresen en compromisos de cambios de comporta-

mientos; crear aptitudes expresadas en la capacidad para enfrentar y resolver los problemas ambientales; desarrollar la capacidad de evaluación; y promover la participación eficaz y responsable de cada uno de los ciudadanos en la protección del medio ambiente.

Las experiencias desarrolladas por Química Orgánica y Microbiología promovieron el logro del desarrollo sustentable a través del proceso de formación del futuro Ingeniero químico.

## **Bibliografía**

- ALVAREZ, C. (1997). La Universidad. Sus procesos y sus leyes. *Curso impartido en Pedagogía 97*. Ciudad de la Habana.
- CITMA (1997). *Estrategia Ambiental Nacional*. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Ediciones GEO.
- ECHARTE, R. (1993) El Equilibrio Ecológico y la Ingeniería. *Signos. Medio Ambiente II* (Buenos Aires). XII (23), pp 11-20.
- FONT, J. (1996). Ambientalización. *Conferencia impartida en II Seminario Programa Alfa (Proyecto 1259), celebrado en la Universidad de Matanzas del 27 al 30 de Enero de 1997. Matanzas. Cuba.*
- GARCIA, J. Y FERNANDEZ, A. (1997). Bioética y la protección del medio ambiente: Reflexiones sobre el caso cubano. *En Bioética desde una perspectiva cubana*. Centro Félix Varela. C. de La Habana, pp 286-291.
- GARCIA-GOMEZ, J. Y NANDO, J. (1998). ¿Son coherentes las actitudes del profesorado ante la educación ambiental con su comportamiento docente?. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (12), pp 65-77.
- LAZO, A. (1993). La Patagonia en camino hacia el desarrollo sustentable. *Medio Ambiente II. Signos* (Buenos Aires). XII (23), pp 29-35.
- LEON, T. (1992). Universidad y Medio Ambiente en los Países Andinos. *La Tadeo*. VII (35), pp 29-35.
- MATEO, J. (1996). Medio Ambiente y Desarrollo. *Conferencia impartida en la Maestría en Contaminación Ambiental. Facultad de Ingeniería Química. Universidad de Matanzas.*
- MES. (1990). *Plan de Estudio de la Carrera de Ingeniería Química*. Ministerio de Educación Superior. La Habana.
- PNUD. (1997). *Guía Metodológica de Capacitación en Gestión Ambiental Urbana para Universidades de América Latina y el Caribe*. CEUR/PUCMM, Santiago de los Caballeros, República Dominicana.
- ROQUE, M. *Estrategia de educación ambiental para carreras técnicas en Cuba*. REPRINT, pp 371-393.
- TORRES, M. Y ALVAREZ, C. (1993). El perfeccionamiento de la Educación Superior Cubana, sus tendencias actuales. *Revista Cubana de*

*Educación Superior* (Ciudad de La Habana). 3 (2) :  
WCED. (1992). *Sustainable Development. A guide for Common Future*. World Commission on Environment and Development. The Centre for our Common Future. pp 74 .

ZAJLEBNY, A.; SLASTENINA, E.; SURAVEGOINA, I, (1977). *El estado, las tendencias fundamentales en el desarrollo de la Educación Ambiental en las Escuelas*. Academia de Ciencias de la URSS. Moscú.

## ANEXO 1

CURSO: .....

### CUESTIONARIO SOBRE CREENCIAS Y ACTITUDES DE LOS ESTUDIANTES ANTE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.

Con esta encuesta se pretende detectar la actitud de los estudiantes, así como su sensibilidad e interés por el medio ambiente.

1. *¿Crees que los ingenieros químicos pueden mejorar la situación de deterioro del medio ambiente desde su posición en la industria química?*

SI ..... NO ..... NO SE .....

2. *¿Consideras que los conocimientos de Química Orgánica te permitirán analizar y solucionar problemas de contaminación ambiental relacionados con la industria química?*

SI ..... NO ..... NO SE .....

3. *¿Consideras que podrás realizar más acciones en beneficio de la naturaleza, a partir de los conocimientos que te aportará la Química Orgánica?*

SI ..... NO ..... NO SE .....

4. *¿Piensas que el consumo de hidrocarburos en la industria química incide negativamente en el medio ambiente?*

SI ..... NO ..... NO SE .....

5. *¿Abandonarías una industria química que hiciera mal uso de los productos químicos orgánicos y por consecuencia afectara la naturaleza?*

SI . . . . .

NO .....

NO SE . . . . .

•••••

## **ANEXO 2**

QUÍMICA ORGÁNICA. ENCUESTA. FINAL. CURSO : 1997 - 1998

### **OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE EL TRABAJO DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

1. *¿Consideras que el contenido de la revisión bibliográfica se relacionó con los recibidos en la asignatura Química Orgánica?*

SI . . . . .

NO .....

NO SE . . . . .

2. *¿Constituyó la revisión bibliográfica una tarea de investigación para ti?*

SI . . . . .

NO .....

NO SE . . . . .

3. *¿Constituyó la revisión bibliográfica una vía a través de la cual pudiste vincular los conocimientos de la asignatura de Química Orgánica con la problemática del medio ambiente?*

SI . . . . .

NO .....

NO SE . . . . .

•••••

## **ANEXO 3**

MICROBIOLOGÍA

CURSO: .....

CUESTIONARIO SOBRE EXPECTATIVAS EN ESTUDIANTES Y CUMPLIMIENTO DE PREREQUISITOS.

1. *Esperas que la asignatura Microbiología te ayudará a solucionar problemas ambientales que enfrentarás en tu futura profesión.*

SI . . . . . NO ..... NO SE . . . . .

2. *Algunos de los problemas del medio ambiente que tratarás de solucionar con los conocimientos que adquirirás en Microbiología serán:*

SI . . . . . NO ..... NO SE . . . . .

3. *Las propiedades de los hidrocarburos, aprendidas en Química Orgánica, te servirán para explicar la forma en que son eliminados los hidrocarburos por los microorganismos, cuando se incorporen a un medio como contaminantes.*

SI . . . . . NO ..... NO SE . . . . .

•••••

#### **ANEXO 4**

#### **MICROBIOLOGÍA**

**TÉCNICA DEL CONSENSO. P.N.I.**

**CURSO: . . . . .**

*Te solicitamos que a continuación escribas todo lo positivo, negativo en interesante observado por ti en el curso de Microbiología recién finalizado.*

**POSITIVO**

**NEGATIVO**

**INTERESANTE**

•••••

## **ANEXO 5**

### RESULTADOS DE ENCUESTA FINAL DE MICROBIOLOGÍA.

CURSO 1997-1998

#### POSITIVO:

- El empleo del método investigativo en las prácticas de laboratorio: 22 (100,0%)
- Se adquirieron habilidades para la investigación: 22 (100,0%)
- Se investigaron problemas de importancia para la sociedad: 13 (59,09%)
- El empleo de normas técnicas: 22 (100,0%)
- Se desarrollaron la autoevaluación y el autocontrol: 22 (100,0%)
- La vinculación de los problemas medioambientales investigados, con la realidad de la Ingeniería Química: 22 (100%)
- Se logró la vinculación con otras asignaturas: 22 (100,0%)
- Se logró la experiencia personal en problemas del medio ambiente: 22 (100,0%)

#### NEGATIVO:

- Interrupciones eléctricas que afectaron el desarrollo de experimentos: 8 (36,36%)
- Calidad de algunos reactivos: 2 (9,09%)
- Insuficiente tiempo para la ejecución de las tareas investigativas: 11 (50,0%)

#### INTERESANTE:

- Los problemas del medio ambiente tratados a través del método investigativo: 22 (100,0%)

••••••••

## **ANEXO 6**

### RESULTADOS DE ENCUESTA FINAL DE MICROBIOLOGÍA.

CURSO 1998-1999

#### POSITIVO:

- El empleo del método investigativo en las prácticas de laboratorio: 18 (100,0%)
- Se adquirieron habilidades para la investigación: 18 (100,0%)
- Se investigaron problemas de importancia para la sociedad: 9 (50,0%)
- El empleo de normas técnicas: 18 (100,0%)
- Se desarrollaron la autoevaluación y el autocontrol: 18 (100,0%)
- La vinculación de los problemas medioambientales investigados, con la realidad de la

- Ingeniería Química: 18 (100%)
- Se logró la vinculación con otras asignaturas: 18 (100,0%)
- Se logró la experiencia personal en problemas del medio ambiente: 18 (100,0%)

NEGATIVO:

- Interrupciones eléctricas que afectaron el desarrollo de experimentos: 4 (22,22%)
- Insuficiente tiempo para la ejecución de las tareas investigativas: 7 (38,88%)

INTERESANTE:

- Los problemas del medio ambiente tratados a través del método investigativo: 18 (100,0%)

•••••