

# **LA FORMACIÓN DE UNA CONCIENCIA AMBIENTAL EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA**

M.C. Rolando Delgado Castillo, M.C. Liubov del Risco, M.C. Leandro O. Botana Beltrán.

Universidad de Cienfuegos.

[rdelgado@fmec.ucf.edu.cu](mailto:rdelgado@fmec.ucf.edu.cu)

## **RESUMEN**

El trabajo recoge la experiencia desarrollada en los últimos cursos en el Departamento de Física Química acerca de la identificación de los temas en estas disciplinas que pueden convertirse en problemas docentes para promover la conciencia ambiental de los alumnos de los primeros años al tiempo que fomentan la significatividad de los contenidos y la necesaria motivación por el aprendizaje.

La orientación curricular hacia estos problemas ha propiciado la diversificación de las tareas docentes y de evaluación con significativos progresos en la asimilación de los núcleos básicos de estas disciplinas.

## **INTRODUCCIÓN**

Durante los últimos cursos una de las estrategias didácticas más trabajadas en el colectivo departamental de Física y Química es aquella que persigue la formación de una sólida conciencia ambiental del estudiante a través de los contenidos de la Física y la Química.

El presupuesto metodológico de partida ha sido trabajar los problemas ambientales desde la perspectiva de los núcleos duros de las disciplinas en el momento que el currículo y la lógica interna de la ciencia lo demanda.

No se trata en modo alguno de hacer un injerto dudoso en el constructo gnoseológico que se edifica sino por el contrario “servirnos” del problema científico como un problema docente de naturaleza integradora que permita además de promover el anclaje significativo del conocimiento, enriquecer las formas de evaluación con la solución de tareas que superan cualitativamente

las actividades sistemáticas tradicionales de solución del ejercicio de lápiz y papel.

El marco teórico referencial en que se apoya es el llamado enfoque CTS en el sentido que alienta el estudio de los temas científico -técnicos abordando, como una especie de invariante de procedimiento, los impactos ambientales. Los autores defienden el criterio de que ningún momento es más oportuno para esta reflexión axiológica que cuando se desarrollan precisamente en el currículo de las disciplinas básicas los núcleos duros de las ciencias.

### **Desarrollo**

La metodología que conducimos para el diseño e implementación de las estrategias didácticas asociadas a los problemas ambientales consiste en una triangulación cualitativa de los factores siguientes:

- ✓ Identificación de los problemas ambientales mediante el análisis curricular de las asignaturas.
- ✓ Diagnóstico de los intereses cognitivos de los alumnos.
- ✓ Criterio de expertos sobre la importancia relativa de estos temas y su implementación en el proceso docente-educativo.

El análisis curricular define como problemas ambientales que pueden insertarse en el discurso docente educativo de estas disciplinas, los siguientes:

- ✓ Estructura de la sustancia y su interacción con la energía:
  - Estructura de las sustancias de las sustancias ambientalmente nocivas.
  - Relación estructura - propiedades ecológicas.
  - Materiales termoplásticos y termoestables. Estructura –propiedades- aplicaciones – impactos. Las tecnologías de biodegradación.
  - Estructura atómica y sustancias radiactivas. Las radiaciones ionizantes, propiedades e impactos ambientales.

- Energía atómica y residuos nucleares. Avances en los materiales absorbentes.
- Energía atómica y la guerra. Exigencias físicas para el estallido nuclear. Impactos ambientales.
- Intervalo del espectro electromagnético asociado a las radiaciones ultravioletas. Las radiaciones ultravioletas “duras”, propiedades y su impacto en los ecosistemas terrestres y acuáticos.
- Las ondas sonoras y el ruido. Niveles ambientalmente nocivos del ruido. El ultrasonido, propiedades y aplicaciones.
- Las radiaciones infrarrojas y la contaminación térmica. Su empleo en la guerra.

✓ Termodinámica:

- La generación de energía a partir de los hidrocarburos y sus impactos ambientales el calentamiento global del planeta y la lluvia ácida.
- Fundamentos físico – químicos del efecto invernadero y sus impactos ambientales.
- Combustibles convencionales y alternativos.
- Equilibrio de fases: refrigerantes tradicionales y mezclas binarias alternativas.
- Fundamentos físico-químicos del agotamiento de la capa de ozono y sus impactos ambientales.

✓ Electroquímica:

- Electroodos ambientalmente nocivos.
- Perspectivas de las pilas de combustible.
- El problema energético en la producción de aluminio.

El diagnóstico de los intereses cognitivos de los alumnos ha constituido un proceso desarrollado a lo largo de los últimos cinco cursos y ha contado como instrumentos metodológicos con la entrevista grupal, la encuesta para selección de opciones, y el análisis de contenido. El universo de la muestra

estudiantil considerada abarca la matrícula total de estos cursos es decir unos 250 alumnos del primer año de las carreras de Mecánica y de Industrial.

Al ser aplicado a los alumnos del primer año, la atención se centró en los problemas integradores relacionados con la asignatura de Química General. Nueve contenidos relevantes de la ciencia que pueden agruparse en tres macroproblemas fueron sometidos a la opción estudiantil: los problemas ambientales, los materiales trascendentes, y los procesos físico-químicos relevantes. Tales contenidos que representan formalmente indicadores de preferencia se relacionan abajo.

Temas presentados para la opción estudiantil. (Se les solicitó seleccionar tres temas en orden de preferencia).

- 1 Deterioro de la capa de ozono.
- 2 Precipitaciones ácidas.
3. Calentamiento global.
4. Combustibles y refrigerantes.
5. Metales y aleaciones.
6. Gomas y plásticos
7. Procesos de la Petroquímica
8. Procesos electroquímicos
9. Procesos de síntesis industriales (ácido sulfúrico, amoníaco, etanol).

La amplia y consistente supremacía de los problemas ambientales en la preferencia estudiantil ha quedado demostrada tanto en los alumnos de Ingeniería Industrial como de Ingeniería Mecánica.

La figura 1 muestra el similar comportamiento en la preferencia de los alumnos de Industrial y Mecánica, aunque una significativa diferencia se aprecia en la opción global relativa a materiales en las que la preferencia de los mecánicos es significativamente superior a la de los industriales.

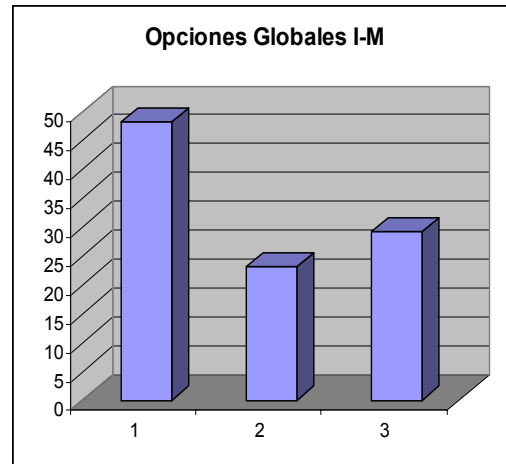
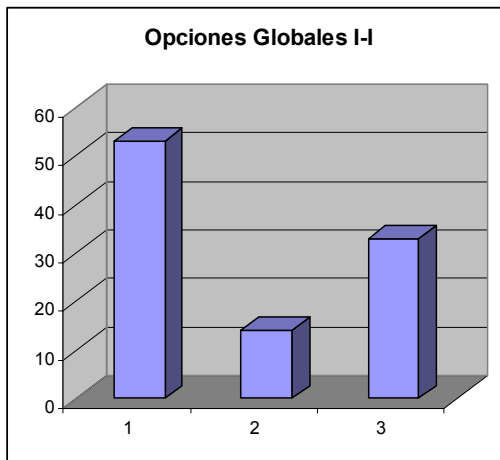
Figura 1. Opciones globales.

Las opciones globales representan el porcentaje de opciones integradas a un macroproblema respecto al total de opciones.

1 Problemas ambientales.

2 Materiales trascendentes.

3 Procesos químicos relevantes.

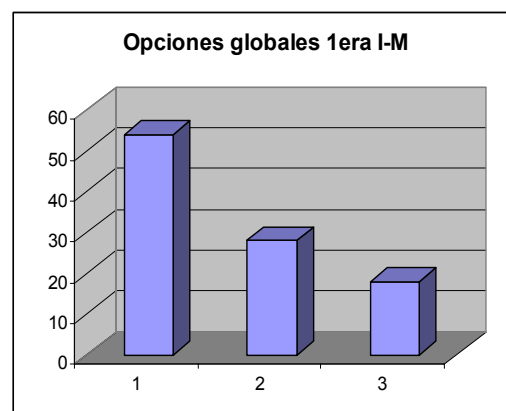
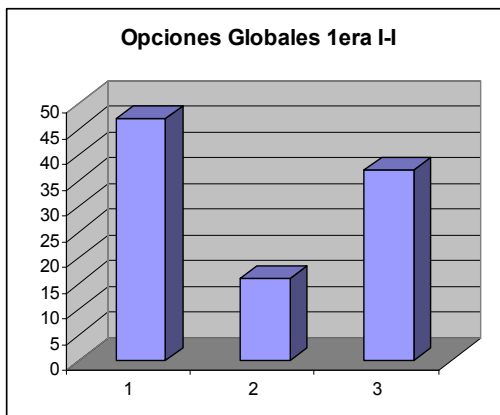


Tal tendencia llega incluso a invertirse en las preferencias de los mecánicos cuando comparamos solo la frecuencia relativa a la primera opción, conforme puede apreciarse en la figura 2.

Figura 2.

Opciones globales en la primera opción.

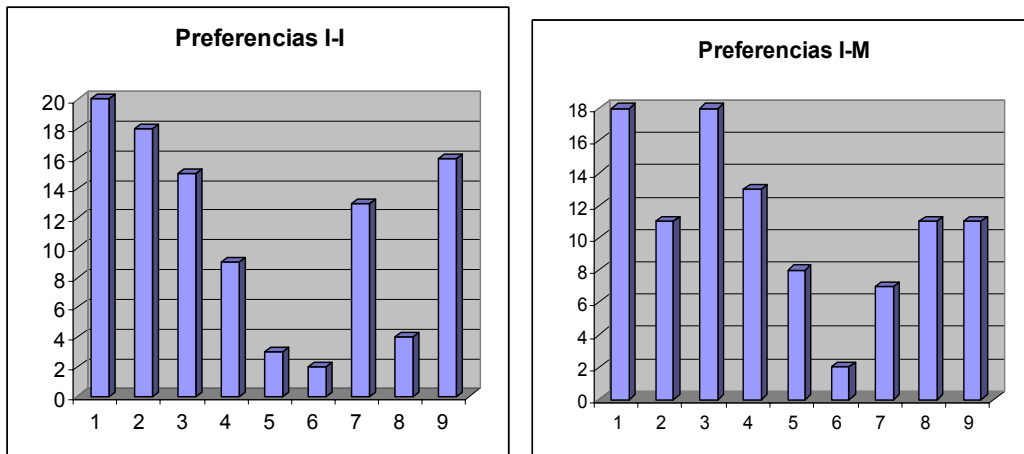
Representa el porcentaje de temas seleccionados en primera opción integrados en macroproblemas.



Se comparan las opciones globales específicas de los alumnos en la figura 3 apreciándose que en Industrial las preferencias corren a cargo de: el deterioro de la capa de ozono, las lluvias ácidas y las síntesis industriales relevantes, mientras en Mecánica el liderazgo de predilección se encuentra en el calentamiento global, el deterioro de la capa de ozono, y combustibles y refrigerantes.

Figura 3. Opciones específicas

Las opciones específicas representan el porcentaje de opciones dadas a un tema (en cualquier orden de prioridad) respecto al total de opciones.



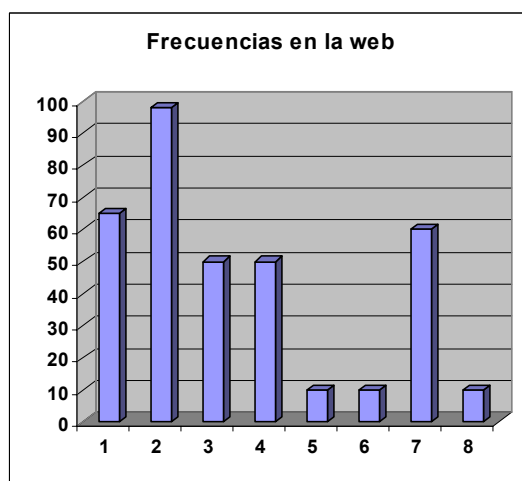
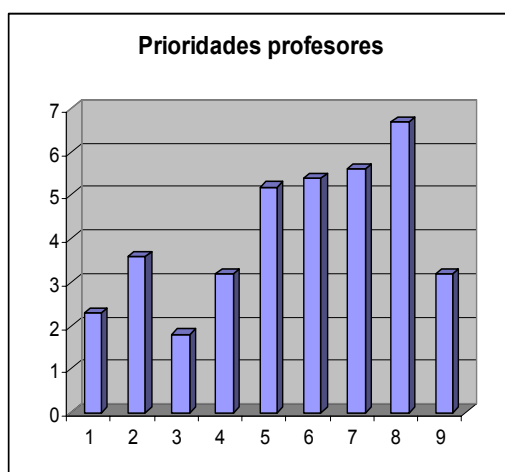
El criterio de expertos sobre la importancia relativa de estos temas y su implementación en el proceso docente-educativo fue evaluada a través de una encuesta realizada a un total de 16 profesores (8 de disciplinas básicas y 8 de disciplinas del ejercicio de la profesión), complementada por una entrevista desarrollada con la mitad de la muestra para obtener una precisión cualitativa de la opción profesoral.

El casi consenso observado entre los criterios emitidos por los profesores de ciencias básicas y técnicas permite reflejar sus criterios de manera conjunta. En la figura 5 se reportan los resultados donde el factor ponderado reflejado en la ordenada responde a la expresión  $f_p = [\sum p_i]/n_t$ , es decir, a menor valor de la

variable mayor prioridad observada. Los ítems incluidos en la encuesta intentan poder obtener una imagen de la prioridad que le confieren los profesores a diferentes estrategias didácticas en la gestión del conocimiento y son los siguientes:

1 Orientaciones al trabajo independiente, 2 problemas docentes, 3 materiales de estudio, 4 estrategias para el trabajo en el laboratorio, 5 estrategias para el dominio del inglés técnico, 6 tratamiento de temas históricos propios de la disciplina, 7 estrategias sobre problemas ambientales, 8 temas vinculados a la investigación, 9 estrategias para la computación.

Los resultados se explican por sí solos: encabezan las prioridades de los docentes junto a las tradicionales preocupaciones de elaboración de materiales de estudio y para el laboratorio (1 y 3), las nuevas corrientes pedagógicas de orientación para el trabajo independiente y las tareas relacionadas con la computación. Las estrategias de inglés, temas históricos, problemas ambientales y de trabajo científico cierran por ese orden el criterio prioritario de los docentes. De cualquier modo las entrevistas realizadas permiten precisar que el orden establecido no supone subestimación para las restantes estrategias sino simplemente responden a realidades con la bibliografía en cuanto a actualización y al estado de nuestros laboratorios que no alcanzan el nivel deseado en la mayoría de las disciplinas.



Se obtuvieron las frecuencias de aparición en las WEB de las disciplinas de Química y Física de 10 Universidades de reconocida excelencia en el ámbito de Hispanoamérica de los contenidos siguientes: 1 evaluación, 2 materiales de estudio, 3 bibliografía, 4 laboratorios, 5 temas históricos propios de la disciplina, 6 contenidos docentes de problemas ambientales, 7 tareas relativas a la computación y la informática, 8 temas en idioma inglés. Las preferencias parecen en la figura 6. La presencia más anémica se advierte en los contenidos ambientales, históricos y del ejercicio del inglés. Fiel al paradigma tradicional los requerimientos en la evaluación de la disciplina ocupa el segundo lugar en frecuencia de aparición.

A continuación ofrecemos el modelo aprobado como invariante de procedimiento para la guía de orientación de las tareas integradoras de cada asignatura que presenta junto a la dimensión propiamente conceptual, la dimensión histórica y ambiental del problema tratado.

Asignatura: Química General:

Problema: El efecto invernadero: ¿calentamiento global del planeta?

Contenidos:

Estructura de las sustancias químicas que lo provocan.

Efecto físico que explica el calentamiento por "efecto de invernadero".

Los procesos químicos que han contribuido al "disparo" de las emisiones de los gases responsables de la acentuación de este efecto.

Los procesos naturales que regulan o contribuyen a este efecto.

La responsabilidad histórica de los países "desarrollados".

Las implicaciones para la vida en el planeta.

Perspectivas de solución.

Bibliografía básica:



Texto, "Estudio del enlace covalente", capítulo 3, pag 117, y "Propiedades de los compuestos covalentes", pag 170.

Chemistry and Society, Jones et al, 1987. Chapter 18 Clean air. Carbon dioxide pag 485 - 486.

Chemistry, Ramsden, E.N., 1995, Topic 23.8 "The greenhouse effect"pag. 435 - 438.

Sitio Web La Química y el Medio Ambiente (2005) en la Intranet de la Facultad de Mecánica con la dirección:

[http://fmec.ucf.edu.cu/books/Profesores/Rolando/RolandoWeb/11Prob\\_Amb\\_index.htm](http://fmec.ucf.edu.cu/books/Profesores/Rolando/RolandoWeb/11Prob_Amb_index.htm)

Asignatura: Física III (Ingeniería Mecánica)

Problema: Crisis energética.

Contenidos:

Antecedentes históricos de la producción de energía.

El peso alcanzado por la energía nuclear en el balance energético mundial.

Radiaciones nucleares y procesos fundamentales para obtención de la energía del núcleo.

Disimetría y protección contra las radiaciones nucleares.

Seguridad de operación de las centrales nucleares.

Conservación definitiva de los desechos radiactivos.

Potencial militar nuclear.

Impactos ecológicos y psicológicos relacionados con el desarrollo de la energética nuclear.

El Programa nuclear Cubano.

Bibliografía básica:

Texto, "Física Moderna", Tomo II, capítulo 5, pag 285.

Texto, "Física", Volumen II, Tomo II, Halliday, Capítulos 54,55.

"Energía nuclear y desarrollo", Fidel Castro Díaz-Balart.

Sitio Web La Química y el Medio Ambiente (2005) en la Intranet de la Facultad de Mecánica con la dirección:

[http://fmec.ucf.edu.cu/books/Profesores/Rolando/RolandoWeb/11Prob\\_Amb\\_index.htm](http://fmec.ucf.edu.cu/books/Profesores/Rolando/RolandoWeb/11Prob_Amb_index.htm)

Asignatura: Física Aplicada

Problema: Ondas mecánicas, aplicaciones del sonido y el ultrasonido

Niveles de ruido permitidos.

Normas internacionales sobre los daños ocasionados por el ruido según el puesto de trabajo.

Medidas legales existentes para personas que trabajan expuestas a altos niveles de ruido.

Ultrasonido, su uso como técnica de diagnóstico no destructiva y sin contaminación.

Problema: El espectro electromagnético.

Análisis de las zonas de alta energía y su interacción con el tejido vivo, principales efectos de la zona ultravioleta, R-X y rayos Y.

Bibliografía básica:

- NC 19-01-04 Requisitos generales higiénicos sanitarios.
- NC 19-01-13 Ruido. Determinación de la pérdida de la audición.
- NC 19-01-06 Medición del ruido en lugares donde se encuentren personas.
- NC 18-64 Ruido emitido por vehículos.
- Física Nuclear. Unidad didáctica No5 (539.762).
- Boletín (Organismo Internacional de Energía Atómica).
- La difracción de los Rayos X (M. Rodríguez Gallego).
- Radiaciones Ionizantes. (J.S. Strettan).
- Física (Halliday).
- Química Orgánica. (Salomón. S) -547 Sol(Q).

**Conclusiones:**

1. Fueron identificados los contenidos ambientales de las disciplinas de Física y de Química en la formación de ingenieros.
2. El diagnóstico de los intereses cognitivos de los alumnos del primer año de las carreras de Industrial y Mecánica reflejan una marcada predilección por los contenidos ambientales.
3. El criterio de experto de los profesores tomados como muestra indica que aún el trabajo en las estrategias didácticas de los problemas ambientales no alcanza el nivel deseado.
4. Se proponen los modelos de tareas integradores para desde la propia lógica interna de los contenidos de las ciencias insertar el conocimiento de los problemas ambientales.
5. Una invariante de procedimiento para el abordaje metodológico de esta temática en nuestras disciplinas debe seguir el hilo conductor de estructura – propiedades – aplicaciones – impacto – soluciones tecnológicas.

#### Bibliografía:

Camfux, Verónica et al (1996): Tendencias Pedagógicas Contemporáneas. Ibagué: Fondo Editorial Corporación Universitaria, 1996.-- 177 p.

Delgado Rolando, Lois Cándida (2003): Expectativas de los alumnos y orientación curricular: Experiencia en la asignatura de Química General. Revista Iberoamericana de Educación. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Diciembre 2003.

Lois Guada, Cándida. Sistema de tareas para la asignatura de Química en la carrera de Ingeniería Mecánica./ Cándida Lois Guada; Miriam Iglesias, tutor.-- Tesis de Maestría. Universidad de Cienfuegos (Cfg), 1999.-- 86 h.

Recuero Manuel (2002): Formación de Ingenieros en España, Revista Facultad de Ingeniería, U.I.A., (Chile), vol 10, pp. 45 – 47. 2002.

Vilches, Amparo, Furió Carlos (1999): Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el Siglo XXI. La Habana: Memorias I Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias"