

Integración de la Química General en la carrera de Ingeniería Mecánica utilizando problemas profesionales*

Marlen Villalonga,¹ Raquel M. García,¹ Ana L. Menéndez¹ y María M. Falls²

ABSTRACT (Integration of General Chemistry in the speciality of Mechanical Engineering using Professional Problems)

Mechanical Engineering students do not relate Chemistry with their speciality. This subject does not have a real importance for them, because they are not motivated and their self preparation for assignments is insufficient. An element that has proved its potential stimulation towards learning is the addition of reality elements, mainly professional, in different kinds of classes, but especially in practical activities.

The main objective of this paper is to establish a strategy based on the integration of General Chemistry contents with different subjects of the speciality of Mechanical Engineering by means of solving artificial professional problems in practical activities. With the application of professional problems good results were obtained in the previous preparation of the students and in their participation in classes. The method of group learning has been also used.

KEYWORDS: Mechanical Engineering, General Chemistry, problem solving, group learning

Introducción

La Universidad tiene que ser el lugar en el que se produzcan ideas, donde el alumno disponga de la oportunidad de construir su forma propia de pensamiento, sus métodos de trabajo y su capacidad de enfrentamiento a cuantos proyectos definan el contenido de su vida profesional. La experiencia docente ha mostrado que la solidez, motivación y aplicación de los conocimientos de los alumnos se incrementa cuando ellos pueden asociar los mismos a problemas concretos y a su realidad (Bello, 2000).

Un recurso que ha probado su potencial de estímulo hacia el aprendizaje es la incorporación de elementos de la realidad, sobre todo profesional, en los cursos (Rugarcía, 1998). Este recurso de tipo profesional debe ser implantado en las diferentes formas organizativas del proceso docente educativo; en la Educación Superior, el mismo se desarrolla a través de diferentes tipos de clases: conferencias, clases prácticas, laboratorios y seminarios.

En este trabajo se implantó una estrategia en clase práctica, la cual posibilita que los estudiantes ejecuten, amplíen, profundicen, integren y generalicen determinados métodos

de trabajo de las asignaturas y disciplinas que les permitan desarrollar habilidades para aplicar de modo independiente los conocimientos (Reglamento Docente Metodológico del Ministerio de Educación Superior Cubano, 1991).

En la Universidad de Camagüey se han venido realizando trabajos de vinculación de la Química General en las diferentes carreras de Ingeniería en especialidades no químicas, en particular en Ingeniería Mecánica y dado que la asignatura se imparte en el primer semestre del primer año y los estudiantes no relacionan la Química con su especialidad, no le atribuyen toda la importancia que se requiere, por lo que inicialmente no se sienten motivados y la preparación para las tareas que deben resolver es insuficiente.

El objetivo del trabajo es implantar una estrategia basada en la integración de los contenidos de Química General con diferentes asignaturas de la carrera de Ingeniería Mecánica a través de la resolución de problemas profesionales artificiales en una clase práctica. Estos problemas profesionales serán variados y deben ser resueltos por los estudiantes en su preparación previa para dicha clase, los cuales involucran conocimientos actuales y nuevos conocimientos de Química relacionados con su futura profesión.

Es opinión de diferentes investigadores que los egresados de ingeniería dominen toda una serie de conocimientos, destrezas y habilidades no técnicas de orden general, que incluyen (Jones, 1994):

- Habilidad para la resolución de problemas de cualquier índole y de alta dificultad.
- Entusiasmo para aprender continuamente.
- Relaciones interpersonales que incluyan el trabajo en grupo.

¹ Departamento de Química. Facultad de Química. Universidad de Camagüey.

Correo electrónico: marlen.villalonga@reduc.edu.cu

² Departamento de Ingeniería Mecánica. Facultad Electromecánica. Universidad de Camagüey. Carretera de Circunvalación Norte, km.5½. Camagüey. Cuba.

Recibido: 26 de julio de 2007; **aceptado:** 16 de junio de 2008.

po y la colaboración, así como capacidad para la comunicación oral y escrita.

- Gran sentido de responsabilidad para la acción (tanto individual como colectiva).
- Habilidad para sobrepasar barreras de comunicación de orden cultural y lingüístico.
- Sentido de profesionalismo.

Los problemas profesionales implantados a través de la Química General contribuyen a mejorar los elementos anteriores, ya que despiertan en el estudiante un mayor interés por el conocimiento de la asignatura.

¿Qué se entiende entonces por “Problema Profesional”?

Se pueden definir como los casos particulares del objeto de la profesión que contienen una situación problemática a resolver, de acuerdo con el modo de actuación del profesional y aplicando los conocimientos que reflejan la lógica del objeto (Pérez, 1998).

La relación dialéctica entre el proceso docente educativo y la sociedad se plantea de la manera especificada en la figura 1, para el Ingeniero Mecánico.

Atendiendo a su vinculación con la realidad los problemas profesionales pueden clasificarse en los siguientes tipos:

Problemas reales vivos: responden a un problema real. Son los ideales para favorecer el componente laboral e investigativo.

Problemas reales: responden a un tema tomado de la realidad para configurar mejor los contenidos del proyecto docente, mediante los datos aportados por la situación real.

Problemas artificiales o de ficción: problemas planteados como simulación de la realidad para el aprendizaje en el marco de la docencia.

Es importante señalar que no siempre hay que tomar cualquier problema por el hecho de que venga del mundo real, sino los que reúnan las condiciones para un aprendizaje significativo en su solución, siempre que estén relacionados con objetivos y conocimientos de la asignatura que los utilice.

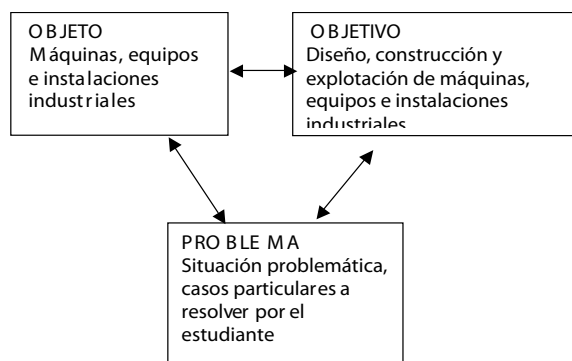


Figura 1. Relación entre el Proceso Docente Educativo y la sociedad para el Ingeniero Mecánico

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto se analizaron los programas de Química General y de las asignaturas de la carrera que tienen mayor vínculo con esta. La Química General para Ingeniería Mecánica consta de los siguientes temas: Estructura Atómica y Tabla Periódica, Enlace Químico, Termodinámica, Cinética, Equilibrio Físico, Equilibrio Químico y Electroquímica.

Se realizó un trabajo previo desde las conferencias para lograr la familiarización de los estudiantes con términos que no aparecen en el libro de texto de Química General, pero sí en los libros de su especialidad. Por ejemplo en la conferencia del tema de Termodinámica, cuando se les habla de la expresión $Q = mc_p\Delta T$ se les aclara que en Química la m significa masa, se expresa en g y es una propiedad intrínseca de la materia, sin embargo en la asignatura Termodinámica que recibirán en tercer año de la carrera, esto se tratará como flujo másico y se denota como G , el que relaciona una masa desplazada en el tiempo, siendo sus unidades kg/s , lo cual resulta de particular importancia en los problemas relacionados con los intercambiadores de calor.

En el caso de la constante universal de los gases R , se les plantean las diferentes unidades en que esta puede ser expresada. También se les remite a otros textos de su especialidad para la utilización de tablas donde aparecen valores de entropía normal (S°) a diferentes temperaturas. Los problemas relacionan contenidos de la Química General con las asignaturas Termodinámica, Ciencia de los Materiales y Resistencia de Materiales, las cuales reciben los estudiantes en el tercer año de su carrera. En los problemas se tiene en cuenta además, cómo se ve afectado el medio ambiente por el desprendimiento de gases productos de la combustión completa e incompleta de los hidrocarburos.

Desarrollo

El procedimiento empleado fue el siguiente: al finalizar la conferencia, se entregó un problema a cada grupo de estudiantes, los mismos se conformaron de manera heterogénea con estudiantes de alto, medio y bajo rendimiento, ellos mismos seleccionaron el líder de su equipo.

Se les orientó consultar además de la bibliografía de Química General, otros libros relacionados con su especialidad en los temas que vinculan con las asignaturas seleccionadas. El estudiante debió recurrir a libros de asignaturas que se utilizan en años superiores, para ello el profesor de Química General dirigió la atención sobre aquellos aspectos que debían ser buscados y que guardan una estrecha relación con la Química General. Se realizó un trabajo previo con los profesores de las asignaturas vinculadas en el trabajo para que establecieran un horario de consulta a los estudiantes, donde estos pudieran resolver sus dudas.

En la introducción de la clase práctica el profesor rememoró los aspectos fundamentales del tema en elaboración conjunta con los estudiantes, declarando los objetivos de la actividad docente. Durante el desarrollo de la misma cada grupo resolvió el problema asignado, dando participación a los estu-

diantes de los otros grupos, si el grupo en cuestión no respondía de forma correcta la tarea asignada.

Las conclusiones se realizaron con una buena participación de los estudiantes y la evaluación de los mismos fue la obtenida por el grupo, resultando evaluados todos. Los problemas profesionales se aplicaron en los temas de Termodinámica y Equilibrio Físico, los cuales fueron seleccionados debido a que estos son los que ofrecen mayores posibilidades de vinculación con las asignaturas del ejercicio de la profesión. A continuación se plantean, a modo de ejemplo, algunos problemas profesionales para el tema de Termodinámica.

Problema Profesional No. 1

En el intercambiador de calor de la figura se han de calentar 50 kg/min de agua desde 40°C hasta 95°C mediante gases calientes cuyo $C_{p(\text{mezcla})} = 1,04 \text{ kJ/kgK}$, que entran al intercambiador a 227°C y fluyen a 98,2 kg/min. Considerando que la cantidad de calor que ceden los gases calientes es igual a la que absorbe el agua (sin pérdidas) y que el proceso ocurre a presión constante (despreciando la caída de presión).

- Calcule la temperatura de los gases al salir del intercambiador de calor, tal como se muestra en la figura 2.
- ¿Qué sucederá a la entropía del agua y de los gases en el transcurso del proceso si el intercambio se produce a presión constante? Explique.
- ¿Qué material Ud. aconsejaría usar para la fabricación del intercambiador de calor? Seleccione el más barato entre los idóneos.
- Averigüe cómo inciden las condiciones de trabajo sobre la durabilidad del material del intercambiador.
- Diga qué aplicaciones prácticas tiene este equipo.

DATOS:

$$G_a = 50 \text{ kg/min} = 0,83 \text{ kg/s} \quad G_g = 98,2 \text{ kg/min} = 1,63 \text{ kg/s}$$

$$C_{p_a} = 4,19 \text{ kJ/kgK} \quad C_{p_g} = 1,04 \text{ kJ/kgK}$$

$$T_a = 40 \text{ °C} = 313 \text{ K} \quad T_1 = 227 \text{ °C} = 500 \text{ K}$$

$$T_b = 95 \text{ °C} = 368 \text{ K} \quad T_2 = ?$$

Los contenidos de Química General abordados en el problema se corresponden con el Primer y Segundo Principios de la Termodinámica.

Los incisos (a) y (b) están vinculados con la asignatura de Termodinámica, ya que para realizar el cálculo de la tempera-

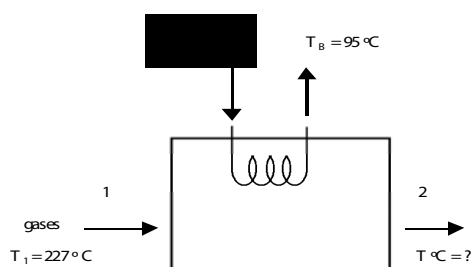


Figura 2. Intercambiador de calor

tura final de los gases los estudiantes deben basarse en que el calor cedido por el aire es igual al calor absorbido por el agua (inciso a) y en el inciso (b) deben aplicar el concepto de entropía. El inciso (c) se vincula con la asignatura Ciencia de los Materiales, ya que el estudiante puede aconsejar el uso de los siguientes materiales: aleación de base hierro (acero o hierro fundido gris), aleación de base cobre o un polímero que resista esa temperatura y además debe tener en cuenta el criterio económico para dicha selección.

El inciso (d) se relaciona con Resistencia de Materiales ya que el estudiante debe tener en cuenta cómo incide el agua en el desgaste del material por oxidación, así como la acción combinada de cargas y temperaturas elevadas sobre la durabilidad del material del intercambiador de calor. Finalmente el estudiante debe referirse a las aplicaciones prácticas del equipo, tales como: calentamiento del agua de alimentación de una caldera para elevar su eficiencia, aprovechamiento de los gases del horno para calentamiento del agua que se usa para fregar en una cocina y en lavados y limpiezas de superficies que contengan impurezas (procesos de recubrimiento).

Problema Profesional No. 2

En la caldera de la Universidad de Camagüey se quema fuel oil (combustible líquido) de producción nacional para la generación de vapor, que se utiliza en la cocción de los alimentos. Para este tipo de combustible el carbono, el hidrógeno y el azufre son los principales elementos del proceso de combustión y en dependencia de la cantidad de oxígeno se logra que ésta sea completa o incompleta; se sabe que la temperatura en el horno es de 1273 K (1000°C).

- Plantee las reacciones de combustión completa del C(s), H₂(g) y S(s).
- Plantee la reacción de combustión incompleta del C(s) y compare los valores de ΔH_f° de ambas reacciones (combustión completa e incompleta). Diga cuál de las dos Ud. escogería para realizar el proceso de combustión.
- Calcule ΔG° para la reacción de formación del H₂O(g) teniendo en cuenta los datos de la tabla. Diga si el proceso es o no espontáneo a dicha temperatura en condiciones estándar.
- ¿Cómo afectan al medio ambiente los gases producto de la combustión?

Datos de entropía tomados del libro "Propiedades Termodinámicas de los gases". S. L. Rivkin.

Sustancia	ΔH_f° (kJ/kmol)	S° (kJ/kmol K)
CO ₂ (g)	-389420,00	282,62
CO(g)	-111963,70	242,96
H ₂ O(g)	-254874,24	243,00
O ₂ (g)	-	252,03
H ₂ (g)	-	173,53

Los contenidos de Química General abordados en este problema son: planteamiento y ajuste de reacciones de combustión completas e incompletas, conceptos de entalpías de formación y de combustión, cálculo de parámetros termodi-

námicos y su relación matemática, así como el criterio de espontaneidad termodinámico y por último las afectaciones que producen los gases de combustión al medio ambiente.

Los incisos (a) y (b) vinculan con Ciencia de los Materiales, en este último el estudiante debe tener en cuenta el criterio económico para seleccionar la reacción de combustión completa del carbono, que es la que más energía libera. Todos los incisos se relacionan con la asignatura de Termodinámica.

Los problemas planteados se vinculan a algunos contenidos de asignaturas de la especialidad, siendo su objetivo el de familiarizar al estudiante con la currícula de la carrera a partir de una asignatura básica. Por lo que sólo se evalúan los contenidos de Química General en su relación con dichas asignaturas.

Evaluación apreciativa

Se aplicó una encuesta a los estudiantes con el objetivo de conocer sus opiniones acerca de la utilización de los problemas profesionales en la preparación y desarrollo de las clases prácticas de Química General. La misma contempló los aspectos que aparecen a continuación y teniendo en cuenta las opciones:

Totalmente__ Bastante__ Parcialmente__ Poco__

Questionario

1. ¿Consideras que los problemas profesionales vinculados con las clases prácticas son necesarios?
2. ¿Consideras que el contenido de estos problemas profesionales está relacionado con lo impartido?
3. En la resolución de los problemas profesionales ¿recibiste orientación de los profesores de la especialidad?
4. Tu preparación para la clase práctica fue
5. Tu participación en la clase práctica fue
6. La realización de esta actividad incrementó la asimilación de conocimientos vinculados al perfil de tu especialidad
7. Con la resolución de estos problemas profesionales ¿te sentiste motivado?
8. El trabajo en colectivo compulsó a una mayor ayuda o cooperación entre los integrantes del grupo

Resultados de la encuesta

El análisis de la encuesta ofrece los siguientes criterios:

- Respecto a la pregunta 1 el 69% de los estudiantes opinó que los problemas profesionales son totalmente necesarios y el 31% que son bastante necesarios, lo cual reafirma el criterio de utilización de los mismos.
- Las respuestas a la pregunta 2 tienen un comportamiento igual al anterior, esto indica que los problemas profesionales están muy relacionados con el contenido impartido en Química General.
- En cuanto a la orientación recibida por los estudiantes por los profesores de la especialidad, el 69% de ellos plantea que la recibieron de forma total o bastante, mientras que solo el 31% dice que parcialmente.
- La preparación para las clases prácticas ofrece un criterio favorable, ya que el 56% opinó que fue totalmente y el 44% opinó que fue bastante.

- La participación en las mismas también resulta muy favorable, ya que el 75% planteó que fue totalmente y el 25% que fue bastante.
- Con respecto a la asimilación de conocimientos de Química vinculados con el perfil de la especialidad, el 81% de los estudiantes respondió entre totalmente y bastante, mientras que solo el 19% marcó la opción parcialmente.
- Con la resolución de los problemas profesionales los estudiantes se sintieron altamente motivados, ya que el 63% respondió totalmente y el 37% bastante.
- El empleo de la estrategia de trabajo en grupo también incidió de forma muy positiva en la implementación de estos problemas, ya que el 50% de estos marcó la opción totalmente y el otro 50% en la opción bastante. A continuación se muestran los resultados.

Los problemas implantados en el tema de Equilibrio Físico poseen características similares a los planteados en Termodinámica. A continuación se muestran los resultados docentes obtenidos en ambos temas en el examen final de la asignatura Química General en los cursos académicos 2003-2004 en que no se aplicó la estrategia (70 estudiantes) y el 2004-2005 en que se implantó la misma (60 estudiantes). La población y la muestra coincidieron en ambos casos. El trabajo lo realizó el mismo profesor de Química General en tres subgrupos cada curso académico y tres profesores consultantes de la carrera de Ingeniería Mecánica.

Tabla 1. Aprovechamiento docente en el examen final.

Tema	Curso 2003-2004				Curso 2004-2005			
	% 2	% 3	% 4	% 5	% 2	% 3	% 4	% 5
Termodinámica	33,3	25,0	18,3	23,3	14,3	17,1	44,3	24,3
Equilibrio Físico	30,0	26,6	23,3	20,0	11,4	28,6	38,6	21,4

Las calificaciones responden al sistema de evaluación en la Educación Superior Cubana: 2 (desaprobado), 3 (aprobado), 4 (bien) y 5 (excelente).

Análisis del aprovechamiento docente

Comparando los resultados obtenidos en el examen final de ambos cursos académicos, se constata una mejoría en el aprovechamiento docente de los estudiantes cuando se implantan los problemas profesionales, ya que hay una disminución del % de desaprobados, así como un aumento en la calidad porque se incrementa el % de evaluados con 4 y un ligero aumento en los de 5 puntos.

Conclusiones

1. Se implanta una estrategia basada en la integración de los contenidos de Química General con diferentes asignaturas de la carrera de Ingeniería Mecánica a través de la resolución de problemas profesionales artificiales o de ficción en clase práctica, los cuales se plantean como

simulación de la realidad para el aprendizaje en el marco de la docencia.

2. Se constata una mejoría en el aprovechamiento docente de los estudiantes en los temas de Termodinámica y Equilibrio Físico cuando se implantan los problemas profesionales, existiendo un aumento del % de alumnos aprobados y con mayor calidad en el examen final.
3. Del análisis de la encuesta se obtienen resultados positivos en lo relacionado con la necesidad de utilizar los problemas profesionales en las actividades prácticas porque los mismos están estrechamente vinculados con el contenido a impartir en Química General, lo que ha motivado a los estudiantes, lográndose una buena participación en estas actividades docentes.

Bibliografía

- Bello, L., La enseñanza de la Química General y su vínculo con la vida, *Educ. quím.*, **11**(4), 374-380, 2000.
- Hanson, D., Wolfskill, T., Improving the teaching/learning process in General Chemistry, *J. Chem. Educ.*, **74**(2), 143-147, 1998.
- Jones, E.A., *Essential Skills in Writing, Speech and Listening, and Critical Thinking for College Graduates: Perspectives of Faculty, Employers, and Policy Makers*, University Park, Philadelphia, 1994.
- Ministerio de Educación Superior de Cuba: *Reglamento Docente Metodológico 269/91*. Artículo 73: 27.
- Pérez R., Elio., *Estructuración de contenidos y problemas profesionales de la disciplina. Proyecto en la carrera de Arquitectura*. Tesis de Maestría, Universidad de Camagüey, Cuba, 1998.
- Raviolo, A., y otros, Integración conceptual en cursos de Química General, *Educ. quím.*, **11**(1), 178-181, 2000.
- Rugarcía, A., Los retos en la formación de ingenieros químicos, *Educ. quím.*, **11**(3), 319-330, 2000.
- Rugarcía, A., *Hacia el mejoramiento de la educación universitaria*, 2ª ed., Editorial Trillas, México 1999.
- Rugarcía, A., Los ingenieros, la sociedad y su formación, *Educ. quím.*, **9**(2), 107-111, 1998.