



II CAIM 2010
Segundo Congreso Argentino
de Ingeniería Mecánica
San Juan - Noviembre 2010

La Ciencia de Materiales: un eje motivador para el desarrollo de la asignatura Química en carreras de Ingeniería.

M. P. Alcoba¹, V. R. Miskovski¹, M. Broglia¹, R. Amieva²

¹Laboratorio de Materiales - Facultad de Ingeniería

²Gabinete de Asesoramiento Pedagógico – Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Río Cuarto

Ruta Nac. N° 36, Km. 601(X5804BYA) Río Cuarto, Argentina.

TEL/Fax: 54 358 4676246 - E-mail: malcoba@ing.unrc.edu.ar

RESUMEN

Los docentes responsables de la Asignatura Química —para aquellas carreras de Ingeniería en las que los estudiantes vocacionalmente no han elegido esta disciplina y cuyas orientaciones no contemplan una formación importante en Química—, a la par de considerar las problemáticas comunes que caracterizan genéricamente al estudiante de primer año —hábitos de estudio deficientes, formación previa limitada, pasividad en las aulas, cursos de concurrencia masiva, altos niveles de deserción, confusión sobre el perfil de la carrera, etc. —, deben generar estrategias de enseñanza que permitan superar la falta de interés generalizado de los alumnos para abordar el estudio y el aprendizaje de la disciplina.

Con este antecedente y entendiendo que “...se puede mejorar el aprendizaje de la asignatura si dejamos de decir “la Química es una sola” para comenzar a decir “la Química es una sola y puede ser enseñada de diversas maneras” [1], docentes de la asignatura de Química para el primer año de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Río Cuarto, desarrollaron una experiencia didáctica tomando como eje transversal e integrador a la Ciencia de Materiales.

En esta ponencia se describe el proceso y los resultados de tal experiencia didáctica —en el marco de un proyecto pedagógico de investigación e innovación para el mejoramiento de la enseñanza de grado [2] — que posibilitó que la naturaleza del conocimiento químico adquiriera una nueva significación para los alumnos llegando a apreciar de qué manera la Química está presente en los desarrollos tecnológicos de la profesión que a futuro desarrollarán.

Palabras Claves: química, innovación, ciencia de materiales.

1. INTRODUCCIÓN

Transitamos un período de transformaciones vertiginosas que abarcan el conjunto de las actividades humanas y se extiende a todo el planeta. Esta realidad directamente relacionada con la Universidad genera un fuerte impacto que nos remite a revisar constantemente las propuestas académicas que llevamos adelante.

Las carreras de Ingeniería Mecánica, Electricista y en Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto poseen como disciplinas troncales en el Ciclo Básico a la Matemática y a la Física, sin embargo, entre otras materias, todos los estudiantes cursan una Química de carácter cuatrimestral con una carga horaria promedio de 5 horas semanales de clase.

Desde la experiencia áulica desarrollada a partir del año 2004, en que los autores del trabajo asumimos la responsabilidad del dictado de Química, a la par de enfrentar las problemáticas comunes que caracterizan genéricamente al estudiante de primer año -hábitos de estudio deficientes, formación previa limitada, pasividad en las aulas, cursos de concurrencia masiva, altos niveles de deserción, confusión sobre el perfil de la carrera, etc.-, reflejados en resultados académicos desalentadores, relevamos una falta de interés generalizado para abordar la disciplina; en muchos casos, mencionándose la imposibilidad de vincular los contenidos con el desarrollo profesional.

Como docentes, nos encontramos ante una situación poco común: debemos enseñar Química a estudiantes que vocacionalmente no han elegido esta disciplina y que siguen carreras que tradicionalmente no contemplan una formación importante en Química.

Paradójicamente, *“...la química como disciplina científica, abre continuamente nuevas etapas de producción de conocimientos como la química sustentable, la biología molecular, la nanoquímica, la química de materiales, cuyas enormes potencialidades parecen de ciencia ficción a la luz de los conocimientos actuales”* [3], y que en algunos casos están directamente relacionados con el desarrollo profesional de las ingenierías que nos ocupan. Esta incongruencia nos motiva a replantear qué, para qué y cómo enseñar Química a los estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica, Electricista y en Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería de Río Cuarto.

En este proceso profundo de transformaciones cotidianas en donde las capacidades, habilidades, destrezas, etc. a desarrollar para una adecuada práctica profesional deben readecuarse, el Plan de Estudio de las carreras que nos compete, se convierte en un instrumento invaluable como punto de partida para el abordaje de la problemática que nos ocupa potenciando una visión general del *“mapa curricular que nos permite proyectar la forma como se apoya e integran los diferentes contenidos de las asignaturas del Plan de Estudios con el fin de evitar la repetición de contenidos y de procurar la integración de los aprendizajes, asumiéndonos en nuestro rol docente como un equipo de trabajo vinculados íntimamente a un plan de estudios”* [4].

Así, en los planes vigentes tanto en Ingeniería Electricista (Plan 2004, versión 1), como en Ingeniería en Telecomunicaciones (Plan 1998, versión 9), identificamos la ausencia de una asignatura específica para el abordaje de la Ciencia de Materiales -se incluye una única unidad al final del programa de Química General-; no así en Ingeniería Mecánica (Plan 2005, versión 0), que presenta en su currícula la Asignatura Estudio y Ensayo de Materiales, si bien es necesario remarcar que la orientación no profundiza los fundamentos de la Ciencia de Materiales sino la Ingeniería de los Materiales.

Esta ausencia merece una revisión que no es menor, ya que la importancia de los materiales en nuestra cultura es mayor de lo que habitualmente se cree. La evolución de la humanidad está fuertemente vinculada al desarrollo de los materiales, incluso puede ser contada a partir de la apropiación de técnicas y usos adecuados para la implementación de ellos: Edad de Piedra, Edad del Bronce, ..., Era del Silicio, etc. Prácticamente cada segmento de nuestra vida cotidiana está influenciado en mayor o menor grado por los materiales: comunicaciones, transporte, vivienda, alimentación, etc., al extremo de poder hablar de una "revolución de los materiales" [5] asociada a los procesos de cambios vertiginosos que caracterizan este nuevo milenio requiriendo una adecuación rápida y constante de los materiales existentes, el desarrollo de nuevos materiales o de nuevas combinaciones capaces de sustituir los materiales tradicionales.

Esta revolución se visibiliza fuertemente al considerar características impensables diez años atrás, tal el caso de polímeros conductores, cerámicas de alta tecnología para generación de energía, compuestos avanzados para aplicaciones espaciales, semiconductores para aparatos electrónicos, superconductores, materiales aptos para ser reciclados y reutilizados a fin de no destruir el equilibrio ecológico, etc.

Estos cambios fundamentales en el campo de la Ingeniería y la Ciencia de Materiales de las últimas décadas generan un fuerte impacto también sobre lo académico, y surge la necesidad de brindar en todas aquellas carreras de ingeniería tradicionales una formación adecuada para que los egresados estén en condiciones de resolver coherentemente problemas de diseño, selección, y mantenimiento en los que intervengan materiales con herramientas y una amplitud de criterio que le permitan evaluar constantemente las nuevas alternativas que el mercado ofrece: *"Los ingenieros de todas las especialidades deben tener unos conocimientos básicos y aplicados de los materiales que les permita una mayor eficacia en el trabajo en el que esté implicado el uso de materiales"* [6].

En este contexto la Química, disciplina que aporta bases para desarrollos en una infinidad de especialidades diferentes, no es ajena al desarrollo de la Ciencia de Materiales. En los últimos años se habla de una química de materiales¹ vinculada a la estructura, respuesta y función de los materiales que tiene como último fin desarrollar otros nuevos materiales, o el entendimiento de las relaciones estructura-propiedades: una verdadera materia interdisciplinaria que incorpora los principios, sistemas y prácticas de todas las áreas de la Química.

Estos antecedentes nos sirven como referentes y como punto de partida para el abordaje de las acciones formuladas reconociendo que "...se puede mejorar el aprendizaje de la asignatura si dejamos de decir "la Química es una sola" para comenzar a decir *"la Química es una sola y puede ser enseñada de diversas maneras"* [1], tal que la incorporación de temas específicos de importancia en la actividad profesional de un ingeniero, indudablemente contribuirían no solo a que los estudiantes aprecien de qué manera la química está presente en los desarrollos tecnológicos de la profesión, sino también aportaría miradas clarificadoras y enriquecedoras sobre el campo de acción profesional de la carrera escogida.

Cabe destacar que la experiencia didáctica a la que nos estamos refiriendo se enmarca en un tipo particular de proyectos promovidos en la Universidad Nacional de Río Cuarto, los Proyectos de Innovación e

¹ "El término **material** desde el punto de vista lingüístico, encierra mucha información pero muy poco significado (por Ej.: reuni todo el **material** para el informe, el fullerenos es un nuevo **material**, haremos una pared de **material**, no de madera ni de chapa, hay que prestar mas atención a lo espiritual que a lo **material**, etc.) al querer decir cualquier cosa, en realidad significa muy poco. En el lenguaje común, la palabra "**material**" es un comodín, lo que hace surgir problemas en la comunicación. Para el desarrollo que nos ocupa, si bien no esta normalizado, **en el ámbito técnico la palabra materiales** hace referencia al tipo de sustancia o mezcla de sustancias de que está hecho un objeto, resultado de un proceso industrial, y responde a determinadas especificaciones". Mari, E. "Ciclo Minerales-Materiales. Tendencia a nivel mundial y prospectiva para la Argentina". MATERIALES. Año II, Número 5, Junio 1997

Mgter. M. Alcoba¹, Ing. V. Miskovski¹, Dr. M. Broglia¹, Dra. R. Amieva²

Investigación para el Mejoramiento de la Enseñanza de Grado (PIIMEG). El Proyecto PIIMEG, con una duración bianual, se encuentra en su segundo año de ejecución.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

La asignatura Química —como parte de las Ciencias Básicas de los Planes de Estudio para las carreras Ingenierías Electricista, en Telecomunicaciones y Mecánica de la Facultad de Ingeniería— propone como objetivo general, “familiarizar al estudiante con conceptos básicos de las ciencias, que le permitan entender las leyes fundamentales de la Química, e interpretar la simbología y el lenguaje propio de esta disciplina. Asimismo, tiene como objetivo ayudarlo a desarrollar la capacidad de dar explicaciones racionales y aproximarse a la interpretación de fenómenos u ocurrencia de la Química en el campo profesional del ingeniero, comprendiendo particularmente al estudio genérico de los materiales de uso en Ingeniería.”

En el espacio áulico, las clases adoptan características teórico-prácticas; los contenidos específicos se abordan a través de una exposición teórica apoyada generalmente por recursos auxiliares tales como transparencias, diapositivas, multimedia, etc. A partir de los elementos teóricos brindados, los alumnos resuelven problemas como parte de prácticos de aula. Continuamente se retransita alternadamente, por momentos de teoría y de práctica, con síntesis parciales y globales sobre los temas en los que se hayan involucrados el dominio de habilidades cognitivas superiores y las competencias de ejecución propias del trabajo de un ingeniero. En todo momento, los alumnos son acompañados por la totalidad del equipo docente.

La exposición es dialogada dando lugar a la presentación de situaciones y problemas cada vez que se introducen nuevos temas. La intención es promover un aprendizaje comprensivo mediante el análisis de situaciones, el establecimiento de relaciones, la elección de criterios, la discusión de estrategias y soluciones propuestas por cada pequeño grupo de alumnos en el grupo total. Las dudas y errores se resuelven a través de la participación de todos los alumnos aunque siempre con la orientación de los docentes.

En el marco de esta metodología de trabajo, la evaluación se ve como una oportunidad para afianzar la comprensión integral de los conocimientos, por ello se propone un sistema de promoción total a través de tres exámenes escritos integradores. Los mismos consisten en la resolución de problemas y la respuesta a preguntas de carácter teórico, que son abordados en forma individual.

En lo que respecta a la evaluación de los alumnos regulares, los criterios e instrumentos son los mismos que para los que promocionan, diferenciándose en el nivel de comprensión y dominio que los alumnos tienen en los contenidos dentro de los plazos acordados para ir aprobando las distintas actividades de evaluación, lo que se traduce en una nota inferior a la estipulada para lograr la promoción (fijada en 7 siete para una escala de 1 a 10).

Al generar *“una alteración de la práctica existente hacia una práctica nueva o revisada (implicando potencialmente alguno de estos tres elementos: materiales, enseñanza, creencias) en orden a obtener ciertos resultados deseados en el aprendizaje de los alumnos”* pretendemos modificar las respuestas obtenidas hasta el momento de manera superadora; cambios internos cualitativos y específicos en los procesos educativos que nos permita pensar en una “innovación” [7].

Cada uno de los aspectos antes citados -materiales, enseñanza, creencias-, merecen una revisión y reformulación, asumiéndose como eje de partida la “dimensión metodológica”, *“...(reconociendo) al docente*

como sujeto que asume la tarea de elaborar una propuesta de enseñanza en la cual la construcción metodológica deviene fruto de un acto singularmente creativo de articulación entre la lógica disciplinar, las posibilidades de apropiación de ésta por parte de los sujetos y las situaciones y los contextos particulares que constituyen los ámbitos donde ambas lógicas se entrecruzan” [8].

Con el deseo de realizar una re-construcción situada, se realizan las siguientes acciones:

1. La revisión y actualización de los contenidos de la asignatura buscando la articulación de cada unidad con el eje temático Ciencia de Materiales considerando: Selección. Organización. Articulación. Conocimientos previos. Ubicación en el cronograma de la materia. Significatividad y relevancia profesional. Actualidad científica. Tiempos asignados para su desarrollo.
2. Reformulación de los segmentos expositivos de las clases, tal que éstas se conviertan en un medio real para alcanzar un mayor dominio en la comprensión de los temas abordados incluyendo: explicitación clara del propósito del tema presentado; presentación clara, relevante y contextualizada sobre los contenidos a abordar en el encuentro; inclusión de estrategias que permitan el intercambio y discusión de ideas y experiencias.
3. Explicitación clara de tareas académicas próximas.
4. La revisión y la modificación de la guía de trabajos prácticos de la materia abordando situaciones problemáticas y ejercicios que implican el tratamiento integrado o articulado de los temas de las distintas unidades con el eje temático elegido y a partir de los cuales puede brindarse una mirada totalizadora.
5. Implementación de estrategias de resolución grupal para el abordaje de las guías de trabajo resignificando el “ámbito áulico” como espacio de experimentación e interacción, tal que la situación actúe como detonador para que se promuevan los aprendizajes necesarios para resolver los problemas que se plantean y que conjugan diferentes áreas del conocimiento a través de un trabajo colaborativo similar a lo que será la vida profesional integrando un equipo de trabajo. El objetivo es contribuir al desarrollo de habilidades, actitudes y valores benéficos para la mejora personal y profesional del alumno. En este contexto el profesor promueve la estimulación del autoaprendizaje y la revisión de contenidos a través de nuevas miradas.
6. La incorporación de instancias de integración en las que además de integrar una secuencia de unidades, también se incorporan contenidos de las ciencias de los materiales pertinentes al perfil profesional de cada carrera estableciendo una vinculación directa con los contenidos contemplados en la asignatura Química, por ejemplo:

Enlaces → Teoría de Bandas → Polímeros Conductores.

Estructuras Cristalinas → Fullerenos → Superconductores.

Esta revisión minuciosa de la asignatura pretende darle coherencia e integridad a la misma, para ello las acciones anteriores se complementan con la realización de lecturas por parte de los docentes de la cátedra sobre temas relativos a competencias, aprendizaje basado en problemas, evaluación continua y otras temáticas que vayan demandando la implementación del Proyecto.

De esta forma se pretenden promover aprendizajes complejos que reestructuran los adquiridos en las actividades áulicas permitiendo que la naturaleza del conocimiento químico adquiera una nueva significación en ese contexto y desde un espacio de discusión y reflexión se permitan actuar como integradores de las unidades abordadas.

Esta propuesta pedagógica también apunta a favorecer la construcción de aprendizajes caracterizados por la integración y ésta se facilita por el esfuerzo y trabajo real previos que los docentes de la materia realizan en torno a la búsqueda de relaciones y articulaciones entre los contenidos de la materia con el tema que se propone como eje asumiendo "...el reto en buscar la manera de integrar el conocimiento que va a adquirir/construir el sujeto, y propiciar una formación teórica, metodológica, técnica y ética adecuada para la realización consciente, responsable y profesional de su practica profesional...(que) no puede estar exenta de una dimensión ecológica y ambiental, de una educación respecto a la tecnología, a los derechos humanos y a los valores que hoy parecen puntos cardinales para la pervivencia del hombre y de las otras especies, y para la construcción del mejor de los mundos posibles" [9].

El seguimiento de las acciones realizadas se lleva adelante, acorde a los objetivos propuestos a través de diferentes instrumentos y se plantean en la Tabla 1:

Tabla 1: Seguimiento de la Propuesta Pedagógica

Objetivos	Metodología
Resignificar la asignatura Química e identificar posibles cambios de actitud favorables hacia la aprehensión de los contenidos presentados.	Observación participante y registro escrito en un cuaderno de notas de campo incluyendo descripciones e impresiones referidas a la interacción y participación cotidiana de los estudiantes en clase, de actitudes que revelen interés y que además den cuenta de por ejemplo: Interacción de conceptos, relaciones, modelos presentes, Capacidad de síntesis, etc.
Valorar –a través de las producciones académicas solicitadas- el grado y nivel de integración.	Análisis, en parciales, trabajos prácticos, etc. de distintos elementos (existencia y calidad de mapas conceptuales, etc.) que den cuenta de la operación de integración. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dominio del contenido. ✓ Tipo de pensamiento promovido. ✓ Representaciones, modelos, etc., utilizados. ✓ Uso de prácticas metacognitivas. ✓ Modo de pensamiento de los estudiantes sobre la disciplina. ✓ Procesos constructivos que se generan.
Explorar las articulaciones que los estudiantes advierten entre la Química y la Ciencia de los Materiales.	Cuestionario tendiente a indagar las vinculaciones (mención de ejemplos, problemas, áreas temáticas, actividades, etc.) que el estudiante encuentra entre la Química y la rama de la Ingeniería elegida al finalizar el cuatrimestre.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Una manera de evaluar la significatividad de los cambios es tener en cuenta los resultados académicos de los estudiantes al finalizar el cuatrimestre. En la Tabla 2 se presentan los resultados académicos de los

alumnos de Ingeniería Mecánica que cursaron Química en el período 2007/2009.

Como podrá apreciarse, si bien el porcentaje de promocionados disminuye, se incrementa significativamente el de los regulares, disminuyendo en consecuencia, el porcentaje de los libres por parcial. Esto es sumamente importante si consideramos que nos estamos refiriendo a una materia de primer año, momento particularmente difícil en una carrera por producirse el mayor número de abandono.

Tabla 2: Resultados académicos porcentuales comparativos en el período académico 2007/2009

Condición Final	Año 2007	Año 2008	Año 2009
Promocionados	18,0	22,0	15,0
Regulares	31,0	35,0	48,0
Libres por parcial	50,1	42,0	37,0

En la exploración de las articulaciones que los estudiantes advierten inicialmente entre la Química y la profesión elegida a través de entrevistas y cuestionarios y, las devoluciones que luego pueden realizar a partir del tránsito realizado en la asignatura transversalizada por la Ciencia de Materiales, se advierte una significativa evolución y profundización en la concepción de los estudiantes. Algunos ejemplos presentados en la tabla 3 dan cuenta de ello.

Tabla 3: Evolución de la concepción de los estudiantes sobre el aporte de la Química a la Ingeniería Mecánica

Al inicio del cuatrimestre	Al finalizar el cuatrimestre
<p>“...saber de que elemento están compuestos los materiales, saber su volumen, su densidad, etc.”</p> <p>“A mi parecer la química es un aporte de gran importancia para Ingeniería Mecánica, me permite comprender la composición de los materiales.”</p>	<p>“...además el galvanizado es una aplicación concreta de un proceso electroquímico que me permite recubrir materiales mejorando las propiedades originales de este...”</p> <p>“... el reconocer y entender las reacciones redox me permite predecir y mejorar la vida útil de un material en un ambiente corrosivo...”</p> <p>“A partir de las estructuras cristalinas podemos interpretar, entre otras propiedades, porque los metales pueden deformarse,.... justificar sus aplicaciones,.....”</p>

No menos elocuente resulta la asistencia regular de los estudiantes a las clases considerando que las mismas revisten actualmente carácter de no obligatoriedad, así como también a las consultas, sumados a una mayor participación en clases, el tipo de preguntas que formulan, etc. percepciones registradas a partir de la observación participante y registro escrito en el cuaderno de notas de campo implementado por la Cátedra.

4. CONCLUSIONES:

En este trabajo hemos intentado dar cuenta de una experiencia didáctica cuyo objetivo es encarar el problema de la falta de interés generalizado que los estudiantes muestran hacia la asignatura Química, a través de la revisión conceptual y metodológica de la asignatura incorporando el tema Materiales como eje transversal de la materia de tal forma que sirva como eje ejemplificatorio e integrador de cada una de las unidades.

Los resultados de la experiencia, aunque parciales, son alentadores. Pues:

- Es posible relevar cambios de actitud favorables de los estudiantes de Ingeniería Mecánica hacia la Química que dan cuenta de un incremento por el interés en la materia.
- En las producciones académicas solicitadas se observa un mayor grado y nivel de integración logrado por los estudiantes con relación a los contenidos de la materia.
- Los resultados cuantitativos corroboran las conclusiones anteriores, observándose un incremento en la porcentual en la cantidad de alumnos que cumplimentan los requerimientos de la cátedra al terminar el cursado de la misma.

Queda, sin embargo, continuar con la segunda etapa del proyecto en el que encuadra la experiencia para realizar los ajustes que se observen como necesarios.

5. REFERENCIAS:

- [1] S. Martínez Riachi, "Reflexiones sobre la enseñanza de la Química". Revista Química Viva. Volumen 6, Número Especial: Suplemento Educativo. Foro de Opinión, Mayo 2007.
- [2] PIIMEG en Red: "Acceso al conocimiento y la retención de los estudiantes en los primeros años de estudio de Ingeniería". Secretaría de Ciencia y Técnica y Secretaría Académica UNRC. 2008/2009.
- [3] A. Díaz Barriga, "Didáctica y curriculum. Convergencia en los programas de estudio"; Ed. Nuevomar. México. 1991.
- [4] W. Smith, "Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales"; 3ra. Edición. Ed. McGraw-Hill. 1998.
- [5] E. Mari. El Ciclo Minerales – Materiales: Tendencias a nivel mundial y prospectiva para la Argentina. Revista Materiales. p. 29-36. Año II, N° 5 – Junio 1997.
- [6] L. Galagovsky, "La enseñanza de la química pre-universitaria: Que enseñar, como, cuánto, para quienes." Revista Química Viva. Volumen 4, Numero 1, p. 8-22. Mayo 2005.
- [7] A. Bolívar, "Como mejorar los Centro Educativos". Ed. Síntesis S.A. 1999.
- [8] A. Díaz Barriga. "Didáctica y curriculum"; Ed. Nuevomar. México. 1985.
- [9] Y. Breña, "Ocupación: Diseño Curricular"; en "El currículo universitario de cara al nuevo milenio". UNAM. México, p. 258-267. 1993.