

# ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA PROMOCIÓN DE QUÍMICA GENERAL EN INGENIERÍA CIVIL

Rebeca PURPORA <sup>(1)</sup>, Cecilia MEDAURA <sup>(1,2)</sup>, Graciela VALENTE <sup>(1,2)</sup>.

(1) Facultad de Ingeniería, Mendoza, Argentina, [rebeca.purpora@ingenieria.uncuyo.edu.ar](mailto:rebeca.purpora@ingenieria.uncuyo.edu.ar)

(2) Facultad de Ingeniería, Mendoza, Argentina, [mmedaura@fing.uncu.edu.ar](mailto:mmedaura@fing.uncu.edu.ar);  
[graciela.valente@ingenieria.uncuyo.edu.ar](mailto:graciela.valente@ingenieria.uncuyo.edu.ar)

## Resumen

El ingeniero, debe poseer el conocimiento integral de los principios básicos de las Ciencias Exactas, entre las que se encuentra la Química, que incluya comprender las transformaciones permanentes de la materia, sus cambios de energía, estructura, propiedades y su relación con el entorno. En Ingeniería Civil predecir el comportamiento químico de los materiales y de los procesos industriales en los que se ven involucrados brinda el acceso para mejorar y optimizar dichos procesos. Considerando el análisis de los rendimientos académicos de estudiantes de primer año de Ingeniería Civil, obtenidos para las cohortes 2012-2016, se adaptaron las estrategias pedagógico-didácticas en función del nuevo perfil de estudiante y de las capacidades que deben desarrollarse para lograr la competencia general de egreso. Se propuso la aplicación de nuevas estrategias que involucraran el manejo de los contenidos disciplinares desde un abordaje práctico que le permita al estudiante adquirir competencias en la resolución de situaciones problema tal como se requiere en el ejercicio del profesional. Mediante el Proyecto “Propuesta Metodológica en Química General para el desarrollo de competencias profesionales desde las ciencias básicas” que fue aprobado y financiado por Res. N° 155/17-CD en el marco del Programa de Fortalecimiento de la Enseñanza en la Facultad de Ingeniería-PROFEN 2017 se elaboraron trabajos prácticos de laboratorio sobre los materiales en general y del cemento en particular.

**Palabras-clave:** Química General, Ingeniería Civil, Materiales, Cemento, Laboratorio.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Ingeniería es el conjunto de conocimientos de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, puesto en valor para el desarrollo de la invención, la innovación y el progreso tecnológico, optimizando el uso de los materiales y recursos naturales disponibles, para satisfacer las necesidades de la sociedad, en un contexto de restricciones éticas, ambientales, económicas, legales y culturales.

El ingeniero hace uso de la Matemática, la Física y la Química entre otras ciencias, transformando el conocimiento científico en algo práctico, instrumentos, dispositivos o métodos tecnológicos que redunden en beneficios para la sociedad. Esto implica pensar que en todo avance científico-tecnológico se pone de manifiesto la multidisciplinariedad, por lo tanto es posible decir que tecnología y ciencias son conceptos complementarios.

El ingeniero, debe poseer el conocimiento integral de los principios básicos de las Ciencias Exactas, entre las que se encuentra la Química, que incluya comprender las transformaciones permanentes de la materia, sus cambios de energía, estructura, propiedades y su relación con el entorno, con el objeto de predecir el comportamiento químico de los materiales y de los procesos industriales en los que se ven involucrados, permitiendo de esta manera, mejorar y optimizar dichos procesos.

La Química es una de las ciencias más importantes en la historia, ya que a través de sus investigaciones se han descubierto los elementos que forman parte de la materia. Se trata de una ciencia aplicada que estudia a la materia desde su composición, estructura, características y las modificaciones que pudiera sufrir por determinados procesos, permitiendo el desarrollo de

nuevos materiales con propiedades específicas. Si bien los profesionales químicos tienen como objeto el estudio de los materiales, generalmente son los ingenieros los responsables de aprovechar estos conocimientos para caracterizar y diseñar un material en particular.

Para la Ingeniería Civil, una de las principales actividades es la industria de la construcción, donde contar con los conocimientos sobre los materiales en general y del cemento en particular resulta indispensable. La selección de diferentes tipos de concretos en función de sus propiedades fisicoquímicas implica tener un conocimiento acabado en cuanto a su composición química, estructuras cristalinas, fuerzas inter e intramoleculares, expresiones de concentración como así también tiempos y aspectos fisicoquímicos del fraguado. Si se trabaja con estructuras metálicas además de su composición, un aspecto no menor es la corrosión que puede ocasionar serios inconvenientes en las construcciones.

El espacio curricular de Química General se encuentra ubicado en el segundo semestre del trayecto curricular propuesto en el Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la UNCuyo.

Los estudiantes de primer año no logran atribuir la importancia de la Química en su especialidad lo que conduce en una disminución en la motivación e interés por la asignatura implicando que no todos alcanzan el rendimiento académico esperado (Seijo-Echevarría, et.al, 2015).

Ante esta situación y basándonos en el análisis de los rendimientos académicos obtenidos para las cohortes 2012-2016, como equipo docente consideramos la necesidad de adaptar las estrategias pedagógico-didácticas en función del nuevo perfil de estudiante y de las capacidades que deben desarrollarse para lograr la competencia general de egreso del Ciclo General de Ciencias Básicas, que a través de determinadas estrategias metodológicas y una constante relación entre la teoría y la práctica se promueva en el estudiante el desarrollo de capacidades que le posibiliten desempeñarse con éxito en cualquiera de las terminalidades de la Ingeniería (Facultad de Ingeniería, 2009).

La acreditación de Química General está determinada por un sistema de puntos. El total de puntos disponible para los estudiantes es de 1000, compuestos por 200 puntos en las actividades de laboratorio y el resto distribuido en tres parciales. Para adquirir la condición de alumno REGULAR en el espacio curricular, el estudiante deberá CONTABILIZAR como mínimo 600 puntos en total con la condición de asistir a los 4 trabajos prácticos de laboratorio.

Con el objeto de modificar la práctica docente tradicional del espacio curricular, se planteó abordar el dictado del espacio curricular desde dos aspectos:

- Modalidad teórico-práctica, en donde cada contenido conceptual tuviera su correlación con ejercicios y situaciones problema para que los estudiantes debieran tomar decisiones en cuanto a la organización jerárquica y aplicación de los conceptos teóricos con el fin de alcanzar un resultado satisfactorio, sin perder de vista la inclusión de los cálculos matemáticos y el uso correcto de unidades.
- Modalidad experimental a través de trabajos prácticos de laboratorio aplicados a materiales.

Esta última instancia es la que impone la mayor novedad ya que se propone tomar un hilo conductor a lo largo del todo el desarrollo del espacio, en donde los diferentes contenidos conceptuales sean trabajados desde lo experimental y aplicados a un mismo material en los sucesivos laboratorios.

En este trabajo se contará lo realizado para la Modalidad experimental.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Implementación de la propuesta didáctica de Química General por el docente.

Los ejes temáticos seleccionados para la búsqueda de nuevas prácticas de laboratorio se muestran en la Tabla 1.

Se escogieron las distintas analíticas teniendo en cuenta que:

- la población destinataria estaba formada por estudiantes de primer año de Ingeniería Civil.
- se debía contar con el equipamiento necesario en el laboratorio o debiera ser adquirido a través del subsidio recibido por PROFEN.
- el tiempo disponible para cada práctica, dos horas, además debe considerar el dejar el laboratorio en condiciones para el grupo siguiente.
- se disponga de normativas nacionales e internacionales para el análisis de los resultados y la expresión de conclusiones.

Se pusieron a punto las prácticas de laboratorio seleccionadas al tomar los ejes temáticos consignados en la Tabla 1. El objetivo de la selección de prácticas de laboratorio fue poder seguir un hilo conductor en referencia a la actividad de la construcción, comenzando por el análisis y la evaluación de la calidad del agua para la elaboración de hormigones, luego analizar la calidad de distintos cementos y agregados finos, observación del comportamiento de fraguado en diferentes condiciones, la estabilidad/pasividad del hierro a la corrosión bajo condiciones adversas como la presencia cloruros y por último, la identificación de polímeros y evaluación de sus propiedades en cuanto a estabilidad/inflamabilidad/solubilidad.

**Tabla 1. Actividades de laboratorio para materiales usados en la construcción.**

Eje temático	Analítica	Normativa de Referencia
AGUA	Caracterización fisicoquímica	IRAM 1601
CEMENTOS	Caracterización fisicoquímica Propiedades físicas/mecánicas del hormigón	IRAM 1857
METALES	Estabilidad química	
POLÍMEROS	Identificación Propiedades físicas/mecánicas	

Finalmente se diseñaron las Guías de Trabajos Prácticas de Laboratorio con las el paso a paso de las actividades a realizar e incorporando un informe estructurado donde los estudiantes deberían consignar los resultados obtenidos y redactar las conclusiones correspondientes.

### 2.2 Implementación de la propuesta experimental con los estudiantes de primer año de Ingeniería Civil.

Las cuatro actividades prácticas de laboratorio se realizaron durante el mes de octubre y noviembre. Se realizaron dos comisiones de 36 estudiantes cada una.

Previo a la realización del trabajo práctico, a todos los estudiantes se los evaluó con un cuestionario del tipo múltiple opción. El objetivo del cuestionario es que el estudiante lea el trabajo práctico previo a asistir al laboratorio.

Al ingresar al laboratorio el docente proporcionó las indicaciones y recomendaciones necesarias para el trabajo a desarrollar. Como el laboratorio cuenta con seis mesadas de trabajo, se trabajó en seis grupos.

Los estudiantes además de realizar las experiencias debieron completar un informe estructurado con los resultados experimentales, realizar los cálculos e interpretaciones correspondientes y consignar conclusiones, siempre con la asistencia del docente.

### 3. RESULTADOS

Por un lado cada cuestionario aportó 20 puntos cuando el estudiante respondió correctamente dos de las tres preguntas y por el otro, la asistencia y la realización del trabajo práctico sumado a la presentación del informe correspondiente, aportaron 30 puntos.

En la Tabla 2 se consignan los resultados obtenidos en los cuestionarios, por práctico de laboratorio. Recordando que es un requisito asistir a todos los trabajos prácticos de laboratorio para obtener la regularidad en el espacio curricular, se podrá observar ausencias en los cuestionarios y no así en la actividad práctica.

**Tabla 2. Participación de los estudiantes en los cuestionarios y las prácticas de laboratorio.**

Trabajo Práctico	Cuestionarios			Asistencia
	Aprobados	Desaprobados	Ausentes	Laboratorio
AGUA	40	21	11	66
CEMENTOS	52	10	10	66
METALES	37	12	22	61
POLÍMEROS	41	9	22	61

La disminución en la cantidad de estudiantes que desaprobaron los cuestionarios se correlaciona con el aumento en la cantidad de estudiantes que estuvieron ausentes en el práctico y esto probablemente puede ser atribuido a la pérdida de la regularidad al no contabilizar los puntos mínimos mediante los parciales.

En las encuestas que la Facultad realiza a los estudiantes una vez finalizado el cursado del espacio curricular, precisamente en la consigna **“De todo lo propuesto por la cátedra, ¿qué es lo que le pareció más positivo y vale la pena repetir?”** 19 comentarios hicieron referencia a las actividades prácticas de los 43 totales emitidos por los estudiantes. Algunos de los comentarios fueron:

*“Los laboratorios, sobre todo el de cemento”.*

*“Me pareció muy positiva la experiencia del laboratorio, ya que permite comprender mejor todo lo que se ve en la teoría”.*

*“Que los laboratorios para Civil sean relacionados a la carrera”.*

Por último, analizando el porcentaje de estudiantes regulares al finalizar la cursada de Química General para el período 2012-2017 (Tabla 3), puede observarse un ascenso para el año 2017. Este aumento no es menor si se considera que la cantidad de estudiantes ha aumentado aproximadamente un 50% en el período analizado.

La mejora en los rendimientos puede ser atribuido, por un lado al cambio planteado respecto de las actividades prácticas y por el otro al curso virtual “Introducción a la Química” que el equipo docente lleva desarrollando por segundo año consecutivo.

**Tabla 3. Condición de los estudiantes de las cohortes 2016-2018.**

	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Condición Regular</b>	48 %	58 %	63 %	55 %	63 %	70 %

#### **4. CONCLUSIONES**

- a) Los estudiantes demostraron:
  - poseer, comprender y aplicar los conocimientos en los trabajos de laboratorio de forma adecuada para el desarrollo de las competencias necesarias que les permitan elaborar y defender los argumentos empleados en la resolución de diferentes situaciones problema dentro del área de Química General.
  - capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios acerca de los resultados obtenidos y de su impacto en las diferentes áreas, no solo desde lo disciplinar si no también que incluya una reflexión sobre temas de índole social/ económica y ética.
  
- b) La acreditación del espacio curricular Química General se incrementó manifestado en mejores rendimientos de los estudiantes respecto del porcentaje de estudiantes regulares.

Por lo expresado se continuará con la evaluación de la propuesta con la finalidad de optimizarla y realizar los cambios pertinentes. Incorporando, en la medida de lo posible, nuevas técnicas analíticas que resulten de interés para los estudiantes.

#### **AGRADECIMIENTOS**

A las Autoridades de la Facultad de Ingeniería por el apoyo económico y académico.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, Secretaría de Extensión, (2009). *Documento Curricular. Ciclo General de Conocimientos Básicos en carreras de Ingeniería CGCB.*

Marlene Seijo-Echevarría, Ana María Peón-Espinosa y Humberto Varela de Moya, (2015). *Integration of General Chemistry in the major of Civil Engineering.* Rev Cub Quim vol. 27, N° 3.