

## **ESTRATEGIAS INTERDISCIPLINARIAS PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA A PARTIR DE DIFICULTADES EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS**

**Gabriela Despuy**, Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional,  
[gabydespuy@hotmail.com](mailto:gabydespuy@hotmail.com)

**Silvia Kern**, Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional,  
[silvia.kern@gmail.com](mailto:silvia.kern@gmail.com)

**Carina Pacini**, Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional,  
[carinadpacini@gmail.com](mailto:carinadpacini@gmail.com)

**Ana Craveri**, Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional,  
[anacraveri@gmail.com](mailto:anacraveri@gmail.com)

**Resumen**— Competencias matemáticas no adquiridas impiden el avance adecuado del estudiante en carreras de ingeniería, representan un obstáculo didáctico y dificultan la adquisición de conocimientos, en esta oportunidad de Química. Este trabajo presenta actividades organizadas para los estudiantes a partir de dificultades en la adquisición de conocimientos en la asignatura Química que surgen por la falta de desarrollo de competencias matemáticas en primer año. La problemática se ha revelado en el momento de proponer la resolución de situaciones típicas de dicha asignatura que requieren incorporar conceptos de matemática. El análisis de las respuestas de los estudiantes motivaron ideas de diseñar nuevas estrategias de enseñanza, por parte del equipo interdisciplinario conformado por docentes de Análisis Matemático I, Informática, Química y Probabilidad y Estadística, que lleven a la optimización del proceso de aprendizaje de los conceptos en cada una de las asignaturas involucradas, que luego puedan reproducirse para otras del grupo de materias básicas de la carrera. Se han organizado recursos didácticos que incorporan nuevas tecnologías que apuntan a mejorar la calidad de la enseñanza del docente y la calidad de aprendizaje en los estudiantes de Ingeniería en sus años iniciales.

**Palabras clave**—*Interdisciplina, Competencias matemáticas, Obstáculos didácticos.*

### **1. Introducción**

Un equipo de docentes de la Facultad Regional San Nicolás – FRSN, dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional – UTN, de las áreas de: Química, Informática y

Análisis Matemático I, inicia en el año 2015 un proceso de observación y revisión de sus prácticas docentes desde un marco interdisciplinario, con el propósito de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, que se lleva a cabo en las aulas de la FRSN, promoviendo el uso adecuado de las nuevas tecnologías sin perder de vista las competencias básicas en carreras de ingeniería.

Este trabajo presenta una nueva propuesta interdisciplinaria entre las que se vienen llevando a cabo desde el año 2017 y a lo largo del 2018, en el marco del proyecto PID: *La utilización de TIC en la enseñanza de la Matemática Básica Universitaria en contextos interdisciplinarios*, dirigido por la Dra. Ana Craveri.

En este estadio del trabajo, docentes del equipo se han propuesto indagar posibles falencias en el manejo de conceptos matemáticos necesarios en los estudiantes de primer año de las carreras, en esta oportunidad conceptos que se requieren para trabajar en la asignatura Química. Para ello, la propuesta incluye:

- recopilar y revisar documentación general existente sobre competencias de ingreso universitario y documentación institucional de la UTN, estableciendo un marco de estudio;
- indagar y establecer problemáticas de aprendizaje, en vinculación con el desconocimiento de conceptos básicos matemáticos que son necesarios para transitar el primer año de las carreras de Ingeniería;
- determinar competencias esperables a desarrollar por un estudiante universitario de Ingeniería en la UTN-FRSN, en el nivel básico;
- definir cada competencia, su alcance y establecer niveles y lineamientos acerca de la posible evaluación constante de esas competencias y las maneras que se pueden ofrecer al alumno para superarlas en poco tiempo durante el proceso;
- definir el posible aporte de TICS, en cada uno de los procesos (aprendizaje, evaluación, superación)

y generar definiciones de transversalidad de competencias sobre diferentes áreas de estudio y de aplicación a ámbitos virtuales.

El siguiente trabajo presenta tres etapas llevadas a cabo por el equipo. La primera consistió en la búsqueda de material, que fundamenta el trabajo, referente a competencias básicas que tiene que tener un estudiante que transita un primer año de las carreras de ingeniería; la segunda etapa consistió en la búsqueda y análisis de falencias detectadas en los alumnos que cursan la asignatura Química, en vinculación a competencias matemáticas necesarias que deben tener para trabajar adecuadamente en dicha área; la tercera etapa consistió en la elaboración de actividades que se implementarán con la intención de transformar la realidad problemática detectada en una nueva realidad en la cual el estudiante logre el manejo de conceptos matemáticos básicos para trabajar adecuadamente contenidos específicos de química, y contribuir en el desarrollo de las competencias necesarias para su futuro profesional.

## **2. Etapas de trabajo**

### **2.1. Fundamentación**

La formación en ingeniería aún se percibe lejos de ser interdisciplinaria, motivo que conlleva a pensar de qué manera contribuir, desde el lugar de los docentes, a revertir esa situación con el aporte que hacen las nuevas tecnologías en función del peso que tienen en la profesión.

Utilizar las tecnologías de la comunicación y la información en la enseñanza tiene resistencias y objeciones debido a que exige el conocimiento de las potencialidades educativas de las aplicaciones, motivo por el cual se requiere generar puntos de inflexión y reflexión para lograr: la formación docente de los profesores universitarios, espacios en los cuales se replanteen las estrategias de enseñanza, el diseño de instrumentos que faciliten el seguimiento de los estudiantes, el aprendizaje que realizan en el aula, y fuera de ella, y la manera de promover el trabajo colaborativo e interdisciplinario entre pares. Para direccionar las clases y que estén centradas en el aprendizaje, es necesario entonces pensar, desarrollar e implantar un plan de mejoras, consistente, de implementación práctica, y de resultados evaluables.

Las estrategias interdisciplinarias para fortalecer el aprendizaje es el medio a través del cual el equipo interdisciplinario de investigación planifica y organiza un proceso de progreso educativo centrado en aprendizajes significativos para futuros ingenieros. Se establecen objetivos, metas y acciones a llevar a cabo por docentes de las distintas disciplinas involucradas y por los estudiantes, protagonistas de esta propuesta.

La interdisciplina puede definirse como una estrategia pedagógica que implica la interacción de varias disciplinas, entendida como el diálogo y la colaboración de estas para lograr la meta de un nuevo conocimiento [1]. De acuerdo con Posada Álvarez [2] la cooperación entre disciplinas involucra interacciones reales, permitiendo reciprocidad en los intercambios y, en consecuencia, un enriquecimiento mutuo entre las partes.

Hablar de trabajo académico integrado, requiere formas de encuentro en equipos, establecimiento de criterios para la integración y desarrollo de ideas respecto a conceptos, temas a ser abordados, prácticas docentes y competencias de los sujetos que intervienen en el proceso. De la misma manera es necesario definir: tipos de relaciones entre las disciplinas; tiempos para desarrollar los temas; forma de realización de actividades y problemas; y forma de evaluación.

En relación a lo planteado, Posada Álvarez señala que la docencia en la universidad debe ser ejercida por docentes trabajadores, competentes, conocedores de sus saberes y disciplinas, como también de su trabajo; perceptivos de los cambios sociales e institucionales, con apertura intelectual para aceptar cambios e innovaciones pedagógicas y curriculares, de forma que puedan lograr cumplir con las expectativas de los estudiantes de carreras de ingeniería.

Se ha acordado en el equipo de docentes considerar la definición de Ingeniería dada por el CONFEDI [3]:

Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera

óptima los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales.

Consecuentemente, un ingeniero es un profesional que ha adquirido una metodología de trabajo que le permite posicionarse frente a un problema real. Es capaz de analizar la situación, trazar lineamientos específicos para enfrentarlo, pronosticar posibles resultados, determinar qué medios humanos y materiales necesita, poner en marcha acciones para la solución y supervisar el trabajo de quienes están a cargo para tal fin, sin perder de vista normas vigentes y redactar toda la documentación necesaria que permita dar cuenta del trabajo realizado durante todo el proceso.

Cuando se habla de competencias se ha acordado, en el equipo de trabajo, considerar la definición dada por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) [4]:

Competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales.

Esta definición nos señala que las competencias aluden a capacidades complejas e integradas; están relacionadas con saberes (teórico, contextual y procedimental); se vinculan con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional); están referidas al contexto profesional (entendido como la situación en que el profesional debe desempeñarse o ejercer); al desempeño profesional que se pretende (entendido como la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido) y que permiten incorporar la ética y los valores.

El concepto de Competencia engloba no solo las capacidades requeridas para el ejercicio de una actividad profesional, sino también un conjunto de comportamientos, facultad de análisis, toma de decisiones, transmisión de información, etc., considerados necesarios para el desempeño de una profesión.

La sociedad evoluciona hacia la sociedad del conocimiento siendo éste el capital fundamental; se jerarquizan las habilidades, competencias y destrezas cognitivas. El trabajo grupal cooperativo, colaborativo e interdisciplinario, junto a la deslocalización de la información son elementos fundamentales para el desarrollo profesional del futuro ingeniero.

Medina (2001) propone un proceso creador a partir de la práctica docente en el que el profesor debe trabajar de forma colaborativa también con sus compañeros de área, creando grupos de discusión, con el propósito de lograr los resultados previstos. Según este autor, la forma de llevar a cabo esta práctica creativa es a través de la observación diaria de lo que ocurre en el aula con los alumnos, y no solo la observación de las relaciones profesor alumno y entre los alumnos, sino la auto-observación del propio comportamiento del profesor.

Apoyando este mismo argumento, la investigación desde la práctica diaria, otros autores como Villar (1998), Mayor (1998), Sánchez (1998) y Zabalza (1999) sitúan al docente como el principal agente de la investigación, a partir del cual deberá aplicar las estrategias

metodológicas más adecuadas para lograr el éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje [5].

Hablar de Competencias Básicas, necesarias para el alumno que ingresa a la universidad, es hablar de aquellas habilidades, destrezas, cualidades que debe tener para adquirir nuevos conocimientos. Algunas de ellas son: *interpretar un texto*, elaborar síntesis del mismo y poder transferirlo en forma oral y escrita; *producir un texto*, escribir adecuadamente una narrativa; *interpretar situaciones problemáticas y resolverlas* [6].

Se suman además, las competencias transversales, referidas a la capacidad que tiene el alumno para regular sus propios aprendizajes; aprender solo y en grupo; resolver dificultades a la que se ve enfrentado durante el transcurso del proceso de aprendizaje y que involucran además, el uso del tiempo propio y la creación de criterios para definir, elegir y establecer una forma individual de proceder en el proceso. Estas competencias se aplican a las competencias básicas y a las específicas de cada área de conocimiento (Biología, Química, Física y Matemática) y se orientan hacia el logro de autonomía en el aprendizaje y de destrezas cognitivas generales.

*En este trabajo nos centramos en las competencias matemáticas que deben tener los estudiantes de ingeniería del ciclo básico, que consisten en: habilidad para utilizar conjuntos numéricos, realizar operaciones básicas, identificar símbolos y utilizar formas de expresión y razonamiento matemático, tanto para producir e interpretar información científica, como para ampliar el conocimiento sobre la realidad que lo rodea, y para resolver problemas relacionados con la vida cotidiana y el mundo laboral.*

En los procesos de enseñanza y aprendizaje, de cualquier área de conocimiento, existen gran variedad de dificultades que pueden afrontarse desde distintas perspectivas, según que se acentúe, el desarrollo cognitivo del estudiante, el currículo de la asignatura en cuestión, o las estrategias de enseñanza utilizadas por el docente. Las dificultades se presentan y se agudizan en la práctica, en el aula en forma de obstáculos para el estudiante como para el docente y se dejan ver en los estudiantes en forma de errores. Esos errores que el estudiante descubre por algún método evaluativo, son importantes para su autoaprendizaje y deben producir un momento reflexivo para iniciar la superación; es ahí donde necesitamos herramientas que le permitan cimentar su nueva construcción, superando el obstáculo rápidamente y sin perder el ritmo de estudio.

Es importante destacar que en el caso que las dificultades no se pueden superar, se convierten en obstáculos porque impiden avanzar en la construcción de nuevo conocimiento. Estos obstáculos pueden ser ontogenéticos, epistemológicos y didácticos. Los obstáculos ontogenéticos proceden de condiciones genéticas específicas del estudiante y no se pueden evadir más allá del accionar docente. Los obstáculos epistemológicos son parte del proceso de aprendizaje del estudiante y deben enfrentarse y resolverse ya que conllevan a la adquisición de nuevo conocimiento. Los obstáculos didácticos se originan en la enseñanza, y se deben evitar porque imposibilitan superar los obstáculos epistemológicos; requieren por tanto, reflexión especial, conocimiento e identificación, para soslayarlos y evitar su dispersión. Los obstáculos didácticos se estudian a través del análisis de los errores más frecuentes de los estudiantes. Estos errores provienen de dificultades que se originan en la enseñanza por alguno de estos posibles errores didácticos: metodológicos, curriculares o conceptuales [7].

## **2.2 Problemática detectada**

El sistema universitario argentino requiere un proceso de transformación, con un objetivo común y prioritario que es establecer una base común en la formación de sus jóvenes universitarios. Los estudios de ingeniería no son ajenos a esta realidad, lo que pone de manifiesto la necesidad de detectar las falencias en los alumnos que transitan el ciclo básico para poder establecer las pertinentes acciones para revertir la situación. El trabajo realizado por el equipo de docentes pone de manifiesto la existencia de una situación problemática entre los conocimientos y habilidades en matemática de los estudiantes que están cursando primer año en el área Química y competencias demandadas para el futuro ingeniero, y su inserción en el mercado laboral.

Según la mirada del equipo de investigación, el conocimiento en materias básicas y tecnológicas, debe formar a los alumnos de ingeniería para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y los debe dotar de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones. Se ha observado que no es simplemente el conocimiento de conceptos y definiciones que aportan las materias básicas, sino que es fundamental la interrelación de los mismos que debe hacer el estudiante para poder resolver problemas con iniciativa, tomar decisiones, razonar de forma crítica, comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería.

La mayoría de los químicos, independientemente del área, usan la matemática para hacer cálculos, ajustes estadísticos, para explicar los resultados experimentales o avanzar en aspectos teóricos. La Matemática ayuda a establecer conceptos fundamentales de Química.

Trabajar de manera interdisciplinaria entre docentes facilita al docente de Química llevar a cabo su labor en el aula, buscando cómo explicar mejor los resultados experimentales (mediante gráficas, unidades y prefijos, cifras significativas, etc.), y así el estudiante tendrá mayor capacidad de predicción de las propiedades de los materiales aprendiendo a establecer relaciones entre conceptos y generar líneas nuevas de conocimiento. Esta situación hace que se centre la atención en las redes de comunicación, la capacidad de trabajo en equipo entre docentes y entre estudiantes, la habilidad para el aprendizaje continuo, el manejo adecuado y oportuno de la informática, como también la innovación y creatividad. Es notable además, que el ejemplo de trabajo mancomunado, el procedimiento establecido, la metodología aplicada y en especial los resultados obtenidos, conforman para otros grupos de trabajo de otras varias disciplinas, un camino nuevo a intentar, presentando a sus estudiantes, alternativas superadoras.

Una primera cuestión es qué tipo de uso hace la química de la matemática y cuáles serían las posibles respuestas de los químicos si les preguntásemos si necesitan la matemática para su labor. La mayoría posiblemente responderían que usan la matemática para hacer cálculos (Estequiometría, rendimientos, despejar incógnitas, entre otros, es decir, cuestiones aritméticas y algebraicas elementales), y como ya se ha mencionado, para algunos ajustes estadísticos, para explicar resultados experimentales o avances en cuestiones teóricas.

Desde esta perspectiva, en la segunda etapa del trabajo docente se obtuvieron datos de las falencias que presentaron los alumnos a la hora de desarrollar actividades en el área de química. El poco interés que genera en los estudiantes de las carreras de Ingeniería que no son de especialidad Química, la disciplina Química, obstaculiza el aprendizaje

comprensivo y significativo generando adquisición mecánica de los contenidos. Esta situación nos impone el reto de buscar, construir y aplicar alternativas educativas que generen interés, estimulen la creatividad y gusto por aprender.

Para poder abordar satisfactoriamente los temas de Química General que se desarrollan en primer año de la UTN-FRSN de todas las especialidades de Ingeniería, los docentes de dicha cátedra han manifestado que la falta del conocimiento matemático correspondiente, se convierte en el principal escollo para resolver satisfactoriamente una situación problemática de química.

A partir de la observación y participación de cinco docentes de Química, a los que se presentó el interrogante: ¿cuál debe ser la relación entre la Química y la Matemática? Las respuestas, se les planteó al grupo, debían permitir pensar y ordenar los aportes que se esperan de la Matemática a la Química, dado que en el otro sentido la Química prácticamente no ha hecho contribuciones a la Matemática.

También es importante tener en cuenta que a las falencias que presentan los estudiantes en matemática, se agrega el escaso desarrollo de las competencias básicas antes mencionadas que dificulta el buen desempeño en química. Estas carencias impiden al estudiante, por ejemplo, interpretar un pequeño texto que introduce a una situación problemática a resolver, o la dificultad de producir un texto para realizar un informe escrito de un trabajo práctico experimental realizado en el laboratorio. Es decir que frecuentemente la falta de desenvolvimiento en la asignatura, lo cual genera desinterés, falta de participación y bajo rendimiento, obedece, no a la falta de conocimiento específico, sino a otros factores ajenos a la misma.

Los aportes obtenidos, del tipo de lluvia de ideas, se ordenaron en una lista y se ponderaron en orden de importancia con participación de los docentes, teniendo en cuenta que se habla de resolver problemas del primer nivel de ingeniería, de aportar soluciones a corto plazo, y que permitan al estudiante sortear dificultades en ésta y por qué no en otras asignaturas.

De la ponderación consensuada se estableció el listado anterior, teniendo en cuenta que han aparecido otros problemas importantes, cuya solución integral debería promoverse desde ámbitos más amplios, o con plazos de resolución que exceden el año académico.

En tal sentido, algunos de los aportes, en vinculación con estructura, mencionan la lógica matemática, representaciones (fórmulas y leyes), teoría de grupos, relaciones topológicas, grafos, entre otros; en relación a modelización análisis de datos y planteos de problemas; y en vinculación a cálculo elemental le brinda conocimientos aritméticos y algebraicos. Estas cuestiones no han sido tomadas en esta instancia, no por tener menor importancia, sino porque se enfrentan, creemos en un nivel superior y más amplio.

La ponderación de factores, que llevó a armar la tabla que se menciona, se basa en el reconocimiento de que si los profesores de la asignatura Química actúan en forma aislada, desconociendo los nuevos ambientes educativos, seguramente no se podrá actuar para evitar el fracaso en el aprendizaje de los conceptos químicos necesarios para su formación profesional, de acuerdo a los requerimientos de la especialidad en que se forme.

Dentro de los temas que se trabajaron en esa etapa se pudo hacer una asociación entre los temas abordados en Química y la carencia matemática correspondiente, obteniéndose la Tabla 1 que se muestra a continuación:

Tabla 1. Falencias matemáticas.

<b>Temas de Química</b>	<b>Falencias en matemática</b>
Equilibrio ácido-base y equilibrios de solubilidad	Logaritmo y propiedades del logaritmo.
Estequiometria y Estequiometria con soluciones	Asociar una regla de tres simple con una función lineal expresada por un polinomio de primer grado (ecuación de una recta).
Cinética Química	Determinar pendiente de una recta como la tangente del ángulo que forma dicha recta con el eje de las abscisas (cociente entre seno y coseno).
Leyes de los Gases	Ecuaciones y pasaje de términos. Funciones.
Concentración de las Soluciones	Pasaje de unidades (masa y volumen) y notación científica.

Elaboración propia

Con estas premisas, el actuar sobre conceptos matemáticos necesarios que permitan rápidamente resolver situaciones conflictivas con la asignatura, a la vez que muestran directamente como la relación entre materias genera aportes significativos para el avance exitoso, es que se redujo la actividad inmediata a los puntos más importantes (los listados). La articulación de manera adecuada y pertinente entre Química y Matemática permite una mejor apropiación de los conceptos químicos.

### **2.3. Elaboración de actividades**

El trabajo interdisciplinario, que se realiza entre los docentes del equipo de investigación, facilita la detección de problemáticas de aprendizaje en los estudiantes de primer año, lo que permite tomar acciones inmediatas, entre las cuales se considera de relevancia el planteo de mejorar acciones en el ingreso, cambio de estrategias de enseñanza en el aula y nuevas propuestas de mejora que permitan revertir situación manifiesta.

En consecuencia, se han diseñado actividades desde una mirada interdisciplinaria, las cuales se ha pensado su desarrollado a partir de tres momentos, como puede verse en la Tabla 2, e involucra la intervención de docentes del Curso de Ingreso, Química, Análisis Matemático e Informática. El mismo será anual y con los resultados obtenidos en el año 2018 se definirá el plan para el próximo año lectivo.



Tabla 2. Momentos del diseño de las actividades.

<b>Primer momento</b>	<b>Segundo momento</b>	<b>Tercer momento</b>
Diseño de actividades a partir de las falencias detectadas	Realización de las actividades por parte de los estudiantes.	Reformulación de actividades a partir de evaluación realizada
Diseño de un aula virtual para ser utilizada por los estudiantes y docentes que participan del proyecto	Uso del recurso tecnológico	Revisión del recurso tecnológico
Evaluación		

Elaboración propia

De acuerdo a lo planteado anteriormente, se estableció una estrategia de trabajo y evaluación, que finalmente se reflejó en una rúbrica general. Las actividades diseñadas son del tipo de la que se muestra, y la rúbrica recopila información acerca de la actividad llevada a cabo en la clase, a través de la observación directa, la comparación con estándares esperados, y el criterio del docente.

En virtud de la segunda etapa de este trabajo, se realizó en la clase de Química la Actividad, que se muestra en el Recuadro 1:

Recuadro 1. Actividad.

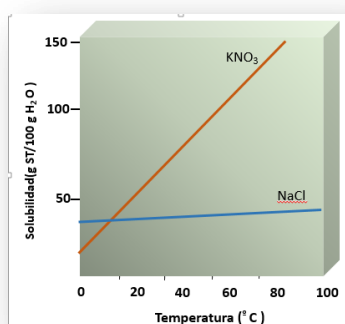
<b>Tema: Solubilidad de solutos sólidos y gaseosos en agua</b>	
<b>Situación problemática:</b>	
<i>En un laboratorio se ha estudiado la solubilidad del cloruro del calcio (CaCl<sub>2</sub>) en diferentes condiciones de temperatura externa. Se registraron en una tabla los siguientes datos experimentales:</i>	
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Solubilidad (g CaCl<sub>2</sub>/100 ml agua)</b>
20	8,5
30	8,0
40	7,5
50	7,0
60	6,5
70	6,0
80	5,5
<b>A) Ejercicios propuestos</b>	
1. Observando las mediciones efectuadas, infiera qué forma tomará el resultado a medida que se modifica la temperatura (si crece la variable temperatura, ¿qué sucede con la solubilidad?, ¿y si decrece la temperatura?) (Competencia a adquirir: <i>relacionar conocimientos, lenguaje matemático, modelos gráficos</i> )	
2. Explicar en un párrafo de no más de una carilla el <u>Método Básico</u> para medir la solubilidad de los solutos sólidos. Detallar:	

- los materiales de laboratorio que debe usar
  - características del soluto y solvente
  - los cálculos que debe realizar.
  - ¿Conoce algún otro método para medir solubilidad?
- (Competencia a adquirir: *alfabetización científica y capacidad de síntesis*)

3. Grafique la solubilidad del  $\text{CaCl}_2$  en función de la temperatura, con los datos de la tabla. ¿Qué variable coloca en el eje de las abscisas y cual en el eje de las ordenadas?
  - Analizar el tipo de función y la dependencia de las variables. ¿Cómo la escribiría?
  - La dependencia de la solubilidad en agua de los solutos sólidos ¿siempre es una función lineal?
4. A 200 ml de agua se le añaden se le añaden 15 g de  $\text{CaCl}_2$  a una temperatura de  $70^\circ\text{C}$ .
  - ¿Cómo resulta la solución obtenida (saturada o diluida)?
  - ¿Qué dato de la tabla le sería útil usar para realizar el cálculo?
5. ¿Qué ocurre si enfriamos la disolución anterior a  $30^\circ\text{C}$ ? explique con palabras y resultados numéricos. Saque la conclusión final: ¿coincide su resultado con lo que logró inferir en el punto 1).? y si no hubo coincidencia, ¿dónde considera que puede estar el error?

### **B) Preguntas de análisis (*pensamiento crítico*)**

1. Según la gráfica obtenida, ¿qué relación existe entre la solubilidad del cloruro de calcio y la temperatura? Investigue las causas químicas que determinan esta relación de solubilidad y temperatura en el  $\text{CaCl}_2$ . Cite otros compuestos químicos que se comportan de la misma manera.
2. Explique los resultados obtenidos en 3. y 4. según de la gráfica obtenida de la solubilidad en función de la temperatura para el  $\text{CaCl}_2$ .
3. Observando la gráfica de las solubilidades del  $\text{KNO}_3$  y del  $\text{NaCl}$  a  $0^\circ\text{C}$  y a  $60^\circ\text{C}$ , ¿qué puede predecir?



4. Si compara la gráfica de solubilidad para el NaCl con la del CaCl<sub>2</sub>. ¿Qué puede concluir a cerca del comportamiento de estos solutos en función de la temperatura?
5. Conociendo la **Ley de Henry para solutos gaseosos** :  
Solubilidad (S)= k (constante) x Presión (P)
  - ¿Qué nueva variable aparece?
  - ¿De qué variable depende la constante k.
  - ¿Cómo espera que resulte la relación de las variables S y P?
  - ¿Cómo resulta la gráfica?
  - ¿Qué influencia tiene la Temperatura cuando se experimenta con solutos gaseosos?

Elaboración propia

La actividad se presentó a los estudiantes y se propuso dividir al grupo de 26 alumnos de Ing. Industrial en 5 grupos de 4 alumnos (G1-5) y 3 grupos de 2 alumnos (G6-8).

La evaluación posterior volcada a la rúbrica diseñada, muestra los resultados siguientes:

Rúbrica 1. Nivel alcanzado por grupo

	<i>Muy bien - interpreta y asocia - Opera correctamente</i>	<i>Bien- Interpreta y opera aceptablemente</i>	<i>Regular - Puede reconocer elementos pero no totalmente - Opera con errores</i>	<i>Necesita ayuda -No reconoce - no asocia - no opera</i>
<b>Interpretación de graficas</b>				
¿Reconoce que es una variación lineal?		G1-G3 G5 G8	G2-G4	
¿Asocia el problema a soluciones lineales (R3)?	G6 G7	G1-G3 G8	G2 G4 G5	
¿Asocia la evolución de la ley con la R3?	G6 G7	G1-G3 G8	G2 G4 G5	
¿Puede predecir valores/pendientes/comportamiento?	G6 G7	G3	G8	G2- G1 G4 G5
¿Asocia Estequiometria con R3 y funciones lineales?	G6 G7	G1-G3 G8	G2 G5	G4
<b>LEY DE HENRY</b>				
¿Entiende el significado de la ley de gases y sus variables?	G6 G8	G7	G1-G2-G3 G4 G5	
¿Puede establecer relaciones directas e inversas en la ley?	G6 G8	G1 G7	G2-G3 G4 G5	
¿Asocia la ley con una ecuación para despejar incógnitas?	G6 G8	G1 G3 G7	G2 G5	G4
¿Puede asociar la ley con una gráfica?	G6 G8	G1 G7	G2 G3 G5	G4
<b>PROBLEMAS</b>				
¿Puede interpretar la consigna?	G6 G8	G7	G1-G2 G3 G4 G5	
¿La asocia con otra similar, ya resuelta?	G6 G8	G7	G1 G3 G4 G5	G2
¿Interpreta el lenguaje simbólico?	G6 G8	G7	G2 G3 G4 G5	G1
¿Puede asociar el problema a una R3?	G6 G8	G1 G7	G2 G3 G4 G5	
¿Reconoce la variación directa e indirecta esperable de las variables?	G6 G8	G1 G7	G2 G3 G4 G5	

Elaboración propia

Haciendo un análisis de la actividad realizada por los estudiantes, con la posterior ponderación del grupo docente volcada en porcentuales sobre la rúbrica, como puede verse en Rúbrica 2, podemos concluir:

Rúbrica 2. Porcentajes del nivel alcanzado

	Muy bien - interpreta y asocia - Opera correctamente	Bien- interpreta y opera aceptablemente	Regular - Puede reconocer elementos pero no totalmente - Opera con errores	Necesita ayuda - No reconoce - no asocia - no opera
<b>Interpretación de graficas</b>				
¿Reconoce que es una variación lineal?	25%	50%	25%	
¿Asocia el problema a soluciones lineales (R3)?	25%	37,5%	37,5%	
¿Asocia la evolución de la ley con la R3?	25%	37,5%	37,5%	
¿Puede predecir valores/pendiente/comportamiento?	25%	12,5%	12,5%	50%
¿Asocia Estequiometría con R3 y funciones lineales?	25%	37,5%	25%	12,5%
<b>LEY DE HENRY</b>				
¿Entiende el significado de la ley de gases y sus variables?	25%	12,5%	62,5%	
¿Puede establecer relaciones directas e inversas en la ley?	25%	25%	50%	
¿Asocia la ley con una ecuación para despejar incógnitas?	25%	37,5%	25%	12,5%
¿Puede asociar la ley con una gráfica?	25%	25%	37,5%	12,5%
<b>PROBLEMAS</b>				
¿Puede interpretar la consigna?	25%	12,5%	62,5%	
¿La asocia con otra similar, ya resuelta?	25%	12,5%	50%	12,5%
¿Interpreta el lenguaje simbólico?	25%	12,5%	50%	12,5%
¿Puede asociar el problema a una R3?	25%	25%	50%	
¿Reconoce la variación directa e indirecta esperable de las variables?	25%	25%	50%	

Elaboración propia

A partir de los datos obtenidos, se puede inferir que:

Ningún estudiante usa los términos inversamente proporcional o directamente proporcional.

- Teniendo en cuenta que:  $S$  (solubilidad de un gas) =  $k \cdot P$  (presión del gas), la mayoría dice que  $k$  depende la  $P$  (presión del gas) siendo que  $k$  es una constante que depende de la  $T^{\circ}$  (variable que no aparece en la ley) y que desplaza la recta (hacia arriba o hacia abajo).
- Un alto porcentaje de alumnos opera deficientemente con datos desprendidos de la gráfica, no así con datos que se explicitan en la consigna de un problema escrito.

Haciendo un análisis de los distintos niveles para el procesamiento de la información gráfica (implícita, explícita y conceptual) y su relación con procedimientos y actividades de aplicación, podemos decir:

- ✓ La mayoría de los grupos alcanza exitosamente el nivel más superficial de lectura de la gráfica, centrado en la identificación de sus elementos como el título, número, tipo y valores de las variables utilizadas.
- ✓ Solo algunos grupos pueden identificar patrones y tendencias a través del establecimiento de relaciones entre variables que intervienen. Esto supone un manejo y conocimiento de las convenciones de los diversos tipos de gráficas, así como procesos de decodificación de leyendas o símbolos, implicando procedimientos de mayor complejidad.
- ✓ Se registra un alto grado de dificultad en la operación elaborada de gráficas e interpretación normativa de las mismas.
- ✓ Ningún grupo consiguió establecer relaciones conceptuales a partir del análisis global de la estructura de la gráfica, relacionando los contenidos conceptuales representados.

Creemos fundamental que los alumnos de primer año observen la importancia de las representaciones de carácter matemático utilizadas para la construcción del conocimiento de las ciencias experimentales como la química, principalmente para el proceso de resolución de problemas. Por otro lado los docentes sabemos que la enseñanza de las ciencias debe poner énfasis en el aprendizaje de los procesos necesarios para interpretar las representaciones semióticas que forma parte de la misma, además del aprendizaje conceptual, actitudinal y procedimental [8].

Las gráficas cartesianas son las más comunes para representar los fenómenos químicos estudiados y para comunicar los resultados de los mismos. Por lo tanto como afirma Bengston (1999, p.565): *“hay una gran cantidad de ocasiones en las cuales es necesaria la habilidad para manejar información a partir de gráficas...y...esta habilidad es particularmente importante en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, donde las gráficas son utilizadas frecuentemente con fines comunicativos”* [9].

Estas conclusiones están en la línea de los hallazgos de otros investigadores: los estudiantes de escuela secundaria y por consiguiente los alumnos que recibimos en primer año de Ingeniería, carecen de habilidades para acometer la construcción e interpretación de las representaciones gráficas (Weintraub 1967; Shaw 1983; Berg 1989), como por ejemplo la interpolación y la lectura de relaciones entre variables (Padilla 1986 y Swatton y Taylor 1994). Roth y Bowen (1999b) consideran que estas dificultades derivan del poco uso de las gráficas que se realiza en las aulas.

### **3. Conclusiones y recomendaciones**

Estas etapas de la investigación han requerido tiempo y esfuerzo, por parte de los docentes involucrados, en la búsqueda y estudio de materiales existentes referidos a competencias básicas en ingeniería, y luego para identificar conceptos matemáticos desconocidos o mal aprendidos por parte de los estudiantes con una mirada interdisciplinaria, con la intención de llevar a cabo acciones en cada asignatura involucrada, promoviendo el trabajo individual de cada estudiante y la necesidad de revertir la situación manifiesta.

En este sentido, el esfuerzo de cada docente en la coordinación de actividades interdisciplinarias, destinadas a mejorar la calidad, son además de imprescindibles en su compromiso, invalorable para el estudiante.

De la misma manera, la aparición en plataforma educativa de problemas cruzados (en Análisis Matemático aplicaciones de Química y en Química aportes de Análisis Matemático) favorece la motivación del alumno para crear nuevos lazos conceptuales. El uso de elementos virtuales como modelizadores de moléculas químicas, o calculadoras on line, visualización de videos previos (de aprendizaje) e imágenes posteriores (incluidos en los informes), introducen al docente en el uso posible y aprovechable de la tecnología, mientras que brindan al estudiante un pequeño escape en sus falencias de comunicación, y lo motivan a superarse.

El trabajo interdisciplinario ha tenido el propósito de fortalecer la inclusión de nuevas tecnologías en el área de química y de esa manera superar el paradigma pedagógico tradicional y converger a nuevas maneras de enseñar y aprender. Generar cambios es encuadrar su uso dentro de un proceso de innovación pedagógica que les dé sentido, sin perder de vista las competencias consideradas por los docentes.

Se ha logrado satisfactoriamente cumplir las etapas previstas y diseñadas por el equipo, en la primera realizar la búsqueda de material referente a competencias básicas que tiene que tener un estudiante que transita un primer año de las carreras de ingeniería, la segunda etapa indagar sobre falencias y errores detectados en los alumnos que cursan la asignatura Química, en vinculación a conceptos matemáticos necesarios que deben tener para trabajar adecuadamente en el área de química, agregando el aporte motivacional que parte de las NTICs y en la tercer etapa, el diseño, implementación y evaluación a través de las actividades diseñadas desde una mirada interdisciplinaria.

Queda para continuar y completar la tercera etapa, generar más acciones que permitan desarrollar un recorrido para transformar la realidad problemática detectada en una nueva realidad, realidad en la cual el estudiante logre desarrollar las competencias necesarias para su futuro profesional, incluyendo otras que en esta etapa se han obviado.

La pretensión de sentar precedente sobre lo trabajado, que puede ser repetido, editado y mejorado, estableciendo parámetros de proceso para otros grupos interdisciplinarios, lleva a seguir aplicando esta metodología, pero mejorando, descubriendo nuevas herramientas, y nuevas alternativas, a través de la observación de la mejora en los estudiantes, que son al fin, destinatarios de todo el esfuerzo.

#### **4. Referencias**

- [1] VAN DEL LINDE, G. (2007): *¿Por qué es importante la interdiscipliniedad en la educación superior?*, Cuadernos de Pedagogía Universitaria, vol. 4, nº 8, pp. 11-13.
- [2] POSADA ÁLVAREZ, R. (2004): *Formación superior basada en competencias, interdiscipliniedad y trabajo autónomo del estudiante*. [En línea]. Available: [http://rieoei.org/edu\\_sup22.htm](http://rieoei.org/edu_sup22.htm). [Último acceso: 22 Mayo 2016].
- [3] BROUSSEAU, G.: *Los Obstáculos Epistemológicos y los Problemas en Matemáticas*. [En línea]. Available: <http://fractus.uson.mx/Papers/Brousseau/ObstaculosBrousseau.htm> [Último acceso: 14 de noviembre 2013].
- [4] CONSEJO FEDERAL DE DECANOS DE INGENIERIA: Declaración de Valparaíso sobre Competencias genéricas de egreso del ingeniero iberoamericano. [En línea]. Available: [http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/409/Comp\\_Confe di\\_978-987-1312-62-7\\_red.pdf?sequence=1](http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/409/Comp_Confe di_978-987-1312-62-7_red.pdf?sequence=1) [Último acceso: 20 de marzo 2017].
- [5] CONFEDI. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. Buenos Aires. Argentina. (2001). [En línea]. Available: [http://www.institucional.frc.utn.edu.ar/.../CONFEDI\\_Definicion\\_de\\_Ingeniero.doc](http://www.institucional.frc.utn.edu.ar/.../CONFEDI_Definicion_de_Ingeniero.doc). [Último acceso: 24 de marzo 2017].
- [6] CONFEDI (2014): *Competencias en Ingeniería*. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. Buenos Aires. Argentina. Universidad FASTA Ediciones. Pp.35 a 38.
- [7] BROUSSEAU, G. (1989). Les obstacles épistémologiques et la didactique des mathématiques. Construction des savoirs, 41-63.

- [8] GARCÍA GARCÍA, J (2005): “*La comprensión de las representaciones gráficas cartesianas presentes en libros de texto de ciencias experimentales, sus características y el uso que se hace e de ellas en el aula*”. [En línea] Tesis doctoral Available: <https://hera.ugr.es/tesisugr/15518620.pdf> [Último acceso: 24/05/18]
- [9] BENGTSSON, L.A (1999): “*Dimensions of performance in the interpretation of diagrams, tables and maps: some gender differences in the swedish scholastic aptitude test*”. *Journal of Research of Science Teaching*. 36 (5), 565-582.